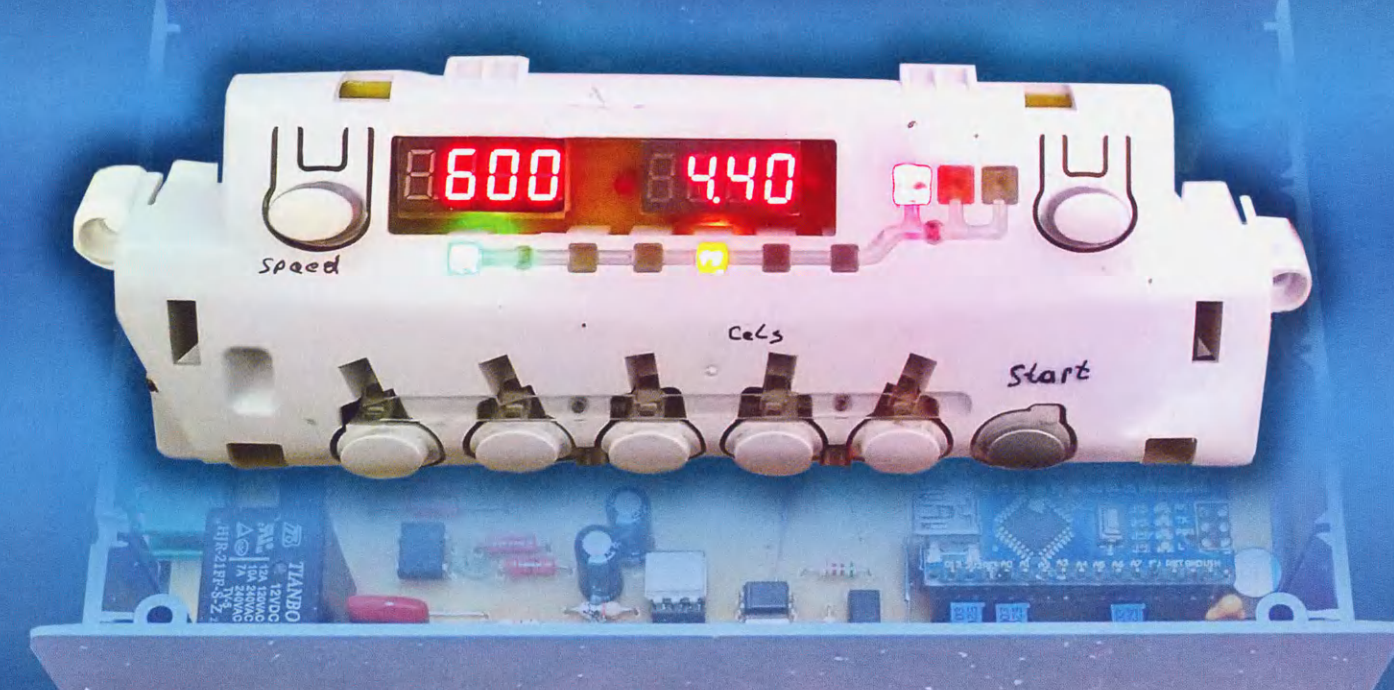
www.radio.ru

3 • 2022



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Контроллер стиральной машины-автомата







- *УМЗЧ на MOSFET с триодной ВАХ*
- *Ремонт фонаря ФОС*
- *СВЧ-датчик движения*
- *Фитосветильник с таймером*

...и ещё 11 конструкций

3
2022

ШКОЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО. ОТ ИДЕИ — ДО РАБОТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

А. М. БАТИН, Н. ПОДОПЛЕЛОВА, Л. ПОДОПЛЕЛОВА, А. А. БАТИН, г. Екатеринбург

(см. статью на с. 55)

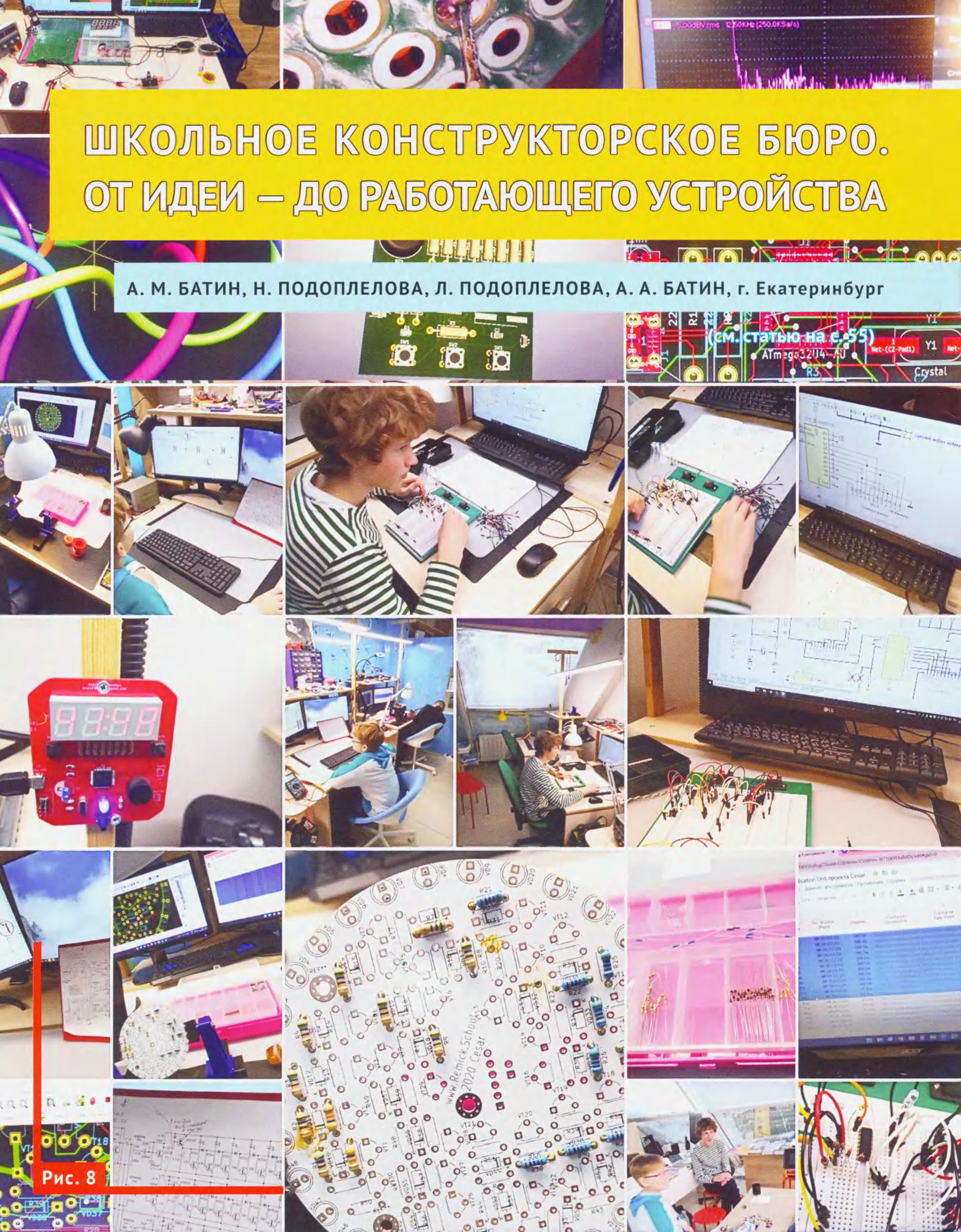


Рис. 8

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Контроллер стиральной машины-автомата (см. статью на с. 37).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ИНДИКАТОР ВЛАЖНОСТИ
ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ
КАРМАННЫЙ ФОНАРЬ
МИНИ-ПАЯЛЬНИК

Тираж журнала «Радио» № 2 сдан для рассылки подписчикам 07.02.2022 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030
Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН
Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.02.2022 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01255-22.

Вся наша жизнь — игра?...

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Вся наша жизнь — игра, а люди в ней — актёры".

(Вильям Шекспир)

Как ещё недавно представлялось, цифровая трансформация, которую мы наблюдаем во всех сферах жизни, от быта до работы, будет протекать годы и годы, постепенно трансформируя Индустрию 3.0 в 4.0. Однако же развитие средств связи и информационных технологий вкупе с (чуть не вырвалось своевременной) пандемией коронавируса заставили ускориться и бизнес, и граждан, и государство.

И вот удалённый режим становится гибридным, а удалённая работа превращается в работу не только из дома, а в работу из любой точки мира. Дисплеи и мониторы станут центральными узлами коммуникаций для офиса и дома. Согласно технологическим прогнозам специалистов компании Lenovo, портативные и складные мониторы теперь позволяют организовать удалённое рабочее пространство в любом месте. В ближайшем будущем мы станем свидетелями трансформации компьютерных устройств ввода не только с точки зрения формы, но и с точки зрения функциональности. Определяющими характеристиками таких устройств станут интуитивно понятные интерфейсы, сенсорный ввод, перья с тактильной обратной связью, встроенные технологии распознавания речи и её трансформации в текст. Значительная часть из этого уже работает. Быть может, клавиатуры в привычном нам виде исчезнут, поскольку всё более широко распространяются виртуальные экранные клавиатуры с функциями сенсорного ввода и предиктивного набора текста (от англ. **predictive** и лат. **praedictīvus** — предсказывательный, система ускоренного ввода текста в цифровые устройства) на основе искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. В ближайшем будущем мы увидим, как искусственный интеллект (ИИ) изучает поведение пользователя и создаёт тексты и сообщения, используя всего несколько ключевых слов в качестве исходных данных. Появится свежий импульс для развития новых способов общения, потребления информации и самовыражения. Наш разум станет средством коммуникации, с помощью которого мы сможем работать и выражать идеи с привычной для него скоростью, не ограничиваясь быстротой ручного набора и числом слов, которые мы можем напечатать в минуту. Это ли не долгожданный прорыв к новым научным открытиям и новым формам общественного развития человечества?

Обработка естественного языка (NLP) и получение дополнительной информации с помощью нескольких оптических систем расширят сценарии использования привычных абонентских устройств. Очевидно, сразу несколько таких устройств в будущем смогут отвечать согласованно на один голосовой запрос. По мере трансформации пользовательского интерфейса взаимодействие с устройствами автоматически станет более естественным и безопасным. Ожидается, что мы увидим больше "подключённых устройств" — от инженера, подключённого к сети завода-автомата, или автомобиля, подключённого к транспортной сети города, до учёного, подключённого к кластерам суперкомпьютеров, или просто гражданина, подключённого к своей стране.

Ожидается, что рулонные или гибкие дисплеи изменят то, где и как мы потребляем развлекательный контент. Не исключено, что в будущем будут распространены всплывающие мониторы, которые пользователи смогут выдвигать по мере необходимости, а после использования воз-

вращать в специальную ячейку для хранения. Со временем развлекательный контент с использованием технологий смешанной реальности откроет новые возможности для погружения в происходящее на экране, не выходя из дома.

Рендеринг (визуализация) уже начинает достигать уровня фотореализма, и в связи с этим ожидается появление новых форматов интерактивных фильмов, в том числе голографических, где сам зритель сможет стать действующим лицом в сюжете и пережить события от первого лица. Ведь это уже доступно в высокобюджетных компьютерных играх, в которых игровой процесс в значительной степени кинематографичен, а принимаемые пользователем решения влияют на сюжет. Иначе говоря, уже в ближайшее время можно ожидать нового прорыва в сфере перехода от пассивных развлечений к интерактивным с сюжетами и героями по запросу. Последние достижения в области синхронизации позволят создать высокоточную графику с низкой задержкой для более реалистичного игрового процесса, который может транслировать физические движения при игре через гарнитуру. Игровая индустрия — одна из последних отраслей, которая избавится от проводов. В будущем пользователи смогут взаимодействовать с игровым контентом в привычной им обстановке. Например, играть в теннис на настоящем корте в своей гостиной (и не лёжа на диване).

Иммерсивный (создающий эффект присутствия, погружения) контент будет адаптироваться к экранам мобильных устройств. Иммерсивные технологии также называют технологиями расширенной реальности. В их список входит виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR), а также 360°-видео. Они обеспечивают эффект полного или частичного присутствия в альтернативном пространстве и тем самым изменяют пользовательский опыт в абсолютно разных сферах. Развитие игровой индустрии, как и других видов развлечений, будет происходить с ещё большим погружением в виртуальную реальность. Наряду с этим всё больше портативных дисплеев и операционных систем будут расти в производительности, становясь доступнее. Всё это увеличит число доступных по цене носимых дисплеев и очков виртуальной реальности, что позволит пользователям наслаждаться приватным просмотром в общественных местах, что станет первым шагом на пути к развитию/расширению окружения пользователя (или, иначе, его собственной вселенной) путём погружения в так называемую метавселенную (или метавселенные).

По мере развития метавселенных прогнозируется взрывной рост игр, новых инструментов общения и покупок на их платформе с более сложными библиотеками программного обеспечения, которые объединяют все три вида развлечений в одном месте. Впрочем, кажется, пришла пора поговорить об этих метавселенных поподробнее.

По определению аналитической компании Forrester, метавселенная (metaverse) — это конвергенция физического и цифрового миров, которая быстро становится следующей технологической причудой. Аналитики отмечают, что ряд компаний (Facebook, Roblox, Tencent) уже сделали большие ставки в этой области. Недавно Microsoft также анонсировала metaverse-компонент в своём ПО для совместной работы Teams. В июле 2021 г. Марк Цукерберг объявил о создании метавселенной, куда он инвестирует 10 млрд USD. По его словам, на реализацию проекта потребуется около пяти лет. Для подтверждения серьёзности намерений компанию Facebook оперативно переименовали в Meta, предварительно сообщив о планах нанять 10 тысяч человек для работы в метавселенском проекте.

Для реализации подобного проекта многое уже давно было готово. Приведём цитату известного писателя-фантаста Клиффорда Саймака, которая даже не из дня сегодняшнего, но которая, однако же, многое объясняет: "Мы сегодня живём в обществе, насквозь подконтрольном и регламентированном. Крутимся в тисках ограничительных правил, то и дело сверяясь со множеством номеров — на карточках социального страхования, на налоговых декларациях, на кредитных карточках, на текущих и пенсионных счетах и на всяких других бумажках. Нас сделали безликими, и в большинстве случаев с нашего собственного согласия, поскольку эта игра в номерочки на первый взгляд делает жизнь проще, но главное в том, что никто не хочет ни о чём беспокоиться. Нам внушили, что всякий, кто обеспокоен чем бы то ни было, — враг общества. В сущности, мы выводок скудоумных цыплят: мы машем крылышками и суетимся, попискиваем, а нас всё равно гонят по дорожке, проложенной другими. Рекламные агентства втолковывают нам, что покупать, пропагандисты учат нас, что думать, и даже сознавая это, мы не протестуем. Иногда мы клянём правительство — если набираемся храбрости клясть что бы то ни было вообще. А, по моему убеждению, если уж проклинать, то не правительство, а, скорее, воротил мирового бизнеса. На наших глазах поднялись межнациональные корпорации, не подвластные ни одному правительству. Они мыслят глобальными категориями, строят планы планетарного размаха, они смотрят на человечество как на резерв рабочей силы и потребительский рынок".

Ну что же, добавить к сказанному можно разве что слова бывшего премьер-министра Великобритании Тони Блэра: "Мир перейдёт на биометрические идентификаторы. Они сделают это, потому что в конечном итоге так будет лучше для людей. Это значительно облегчит доступ к государственным услугам". Для людей же стараются.

Соответственно, атака IT-гигантов Meta (Facebook), Microsoft и пр. на ментальность более 1 млрд охваченного ими (планируемого к охвату на начальном этапе) человек через создание новой виртуальной среды при помощи VR и AR очков и др. — явление давно прогнозируемое и подготовленное самой логикой прогресса цифровых технологий. Возможно, это добьёт государственные привязки огромного числа людей и породит новую лояльность цифровым корпорациям, захватывающим человека, как говорил Достоевский "со всеми его почёсываниями".

А людям это надо? Похоже, некоторые уже дозрели до новой реальности. На планете уже более 3 млрд людей, которые иногда проводят своё свободное время за игрой в приставку или компьютер. При этом 13 % геймеров утверждают, что играют прежде всего из-за социальной составляющей. Эти люди хотят заниматься в играх тем же, чем все мы занимаемся в социальных сетях. 400 млн человек потенциально смогут заменить свои игры метавселенными — геймифицированными социальными платформами, которые и были изначально задуманы для того, чтобы расширить границы общения в Интернете.

Или вот, к примеру, рабочие США, которые, по мнению исследователей, будут сокращены в результате процесса автоматизации, с пессимизмом смотрят на политику, экономику, СМИ и заодно на всё человечество, заявил недавно эксперт Джулиан Джейкобс из Лондонской школы экономики. В своём исследовании он использовал данные американского национального опроса о выборах за 1990—2016 гг. и оценку потенциала автоматизации McKinsey, обнародованного в 2019 г. "Те, кто работает в профессии, которая может сильно пострадать из-за автоматизации, как правило, менее политически осведомлены, меньше поддерживают СМИ и более пессимистичны в отношении природы политики и силы своего голоса", — рассказал эксперт. — "Наконец, люди, подверженные автоматизации, с большей вероятностью будут иметь циничный взгляд на человеческую природу (например, полагая, что люди в корне нечестны) и выражать авторитарные тенденции, например, ценить послушание выше индивидуальности и самовыражения".

Безысходность, слабость и безответственность также приведут людей в виртуальную среду. Устал, разочаровался, не нашёл себе места в реальной жизни, тебя ждут в виртуальной жизни. Там, в метавселенной, будут все удобства — круглосуточное наблюдение за сахаром, пульсом и давлением с немедленной лечебной реакцией в случае отклонений. Кто будет против? Пожилые первые встроятся в систему. Зрелые будут видеть шансы, которых нет в жизни. Уже сейчас благодаря Интернету люди находят работу и деньги, которые не в силах найти вне сети, особенно когда государство выдавливает людей из пенсионного обеспечения. Это огромные новые возможности, которые непременно соблазнят людей. А если чипы помогут обрести качества, способствующие карьере, то и говорить что-то против будет практически бесполезно. И ничего не будет удивительного, если потом какие-нибудь цифровые сектанты проведут аналогии существования граждан в метавселенной с существованием души в высших сферах. К тому же уже давно известный американский изобретатель и футурист Раймонд Курцвейл (его ещё называют





"инженером современности"), повторив идеи писателя-фантаста Станислава Лема из книги "Сумма технологии", предположил, что, переписав на компьютер память человека, можно организовать последнему настоящее бессмертие. В общем, вокруг метавселенных соберутся все потенциально заинтересованные лица.

Молодёжь будет искать в виртуальности доступные развлечения, образование, заработки. Если всё это будут предоставлять цифровые компании, они естественно и закономерно заменят собой государство. И вопрос "А зачем тогда нужно государство?" отпадёт сам собой. Все важнейшие вопросы люди будут решать без участия государства. Более того, государства даже при осуществлении социальной помощи будут зависимы от Meta (Facebook) и Microsoft. То есть это сейчас они зависимы, а дальше и вовсе попадут в рабство.

Если в метавселенную ввести ещё и свои деньги (криптовалюту), то собственно гражданство превратится в фикцию, а государству перекрыть виртуальную среду в силу финансовой слабости и вовлечённости в неё своего национального бизнеса и граждан будет невозможно. Граждан у государства уведут, как лошадь из стойла, причём уже без всякой эмиграции физических тел. Последние останутся по месту проживания, фактически находясь в собственности глобальных финансово-цифровых транснациональных корпораций.

Ещё одна категория потенциальной аудитории метавселенных — 300 млн пользователей криптовалют. Эти люди держат сейчас в кошельках эквивалент 2,6 трлн долл., что превышает ВВП всех стран Африки, вместе взятых. Новые финансовые инструменты формируют новую NFT-культуру. NFT или Nonfungible Token — это невзаимозаменяемый токен (запись в блокчейне — этакая виртуальная ценная бумага, стоимость которой определяется его создателем), подтверждающий право собственности на некий продукт, чаще всего цифровой. Так, например, пользователи торговой NFT-площадки OpenSea потратили 3,4 млрд долл. только за август 2021 г. Помимо искусства, в эту сумму входят цифровая недвижимость и одежда. Люди, попадающие под влияние NFT-культуры, рано или поздно начинают слышать о метавселенных и интересоваться ими. Они с лёгкостью воспринимают новые технологии и точно смогут по достоинству оценить одно из главных преимуществ метавселенных — децентрализацию. Стоит упомянуть, что в 2021 г. мир буквально помешался на NFT-искусстве. О нём говорят галеристы и аукционисты, в него инвестируют бизнесмены из Кремниевой долины и звёзды Голливуда, а самые популярные цифровые художники уже зарабатывают в нём миллионы долларов.

Впрочем, число пользователей всех метавселенных на сегодняшний день пока не столь велико. Об этом можно судить, отталкиваясь от пиковой посещаемости самой популярной из них — Decentraland. Там пользователи могут общаться, посещать лекции, ходить на выставки и открывать магазины. Максимально в одно и то же время туда заходило 30 тыс. человек. У Decentraland существуют два основных конкурента: полноценно работающая в виртуальной реальности метавселенная Somnium Space и проект из пиксельной графики Cryptovoxels.

Уникальность всех метавселенных заключается в том, что они объединяют в себе функции социальных сетей и компьютерных игр. В метавселенных пользователи владеют цифровыми активами, в состав которых входит не только недвижимое и движимое цифровое имущество, но и право голоса. После заявления Цукерберга интерес к теме сильно вырос, курсы внутренних криптовалют поднялись от четырёх до десяти раз. Создатели могут зарабатывать за счёт продажи земли и комиссий за размещение активов. Агентства в основном берут деньги за строительство зданий, аренду участков, проведение мероприятий и разработку одежды.

Собственно, метавселенные — это следующий этап развития блокчейн-культуры. Происходящее внутри метавселенных интересует инвестиционные компании. Зарождается рынок цифровой недвижимости, и её цена постоянно растёт. К примеру, компания Republic Realm выкупила виртуальную "землю" на 913000 долл. и заявила о начале строительства на ней торгового центра — это стало рекордной сделкой для одного участка земли в Decentraland. Компания обещает запустить проект в 2022 г. В Republic Realm уверены, что в будущем магазины в метавселенных станут таким же обычным явлением, как интернет-магазины сегодня.

С другой стороны, в то время как миллиардер Цукерберг создаёт метавселенную для самых широких масс (в общем-то, плебса), он намедни приобрёл ещё 110 акров земли для своего частного райского острова Кауаи (Гавайи) площадью 1300 акров в самом что ни на есть реальном мире.

Тем временем перспективы индустрии поражают воображение мечтателей и энтузиастов. Метавселенные объединили в себе сразу все медиумы (разные виды контента — фото, видео, игры по определению Forbes), придуманные за историю человечества. А современные технологии открывают невероятные возможности для того, чтобы поместить человека внутрь этих медиумов. Пользователь получает гораздо больше граней взаимодействия с контентом и в перспективе проводит за этим больше времени, чем в стандартных социальных сетях. Иногда в этом легко потеряться и даже забыть о базовых человеческих потребностях, вроде еды и отдыха. Это, кстати, уже предусмотрела компания Domino, которая первой позволила заказывать пиццу прямо из Decentraland (правда, пока только в Великобритании).

Приходя в метавселенную, компания получает возможность одной из первых попасть в принципиально новое медиапространство и опробовать инновационные техники коммуникации и заработка. Создание проекта в метавселенной — отличный шаг для приобщения к креативной экономике будущего, где рекламщики получают большой простор для воображения, а активация брендов стоит совсем немного.

В целом новые возможности помогают раскрывать сознание, которое всё больше и больше сковывают этические и технические ограничения классических социальных сетей. Человек получает неограниченное пространство для собственного воображения и гораздо большую степень виртуальной свободы. Говорят, это уже озадачивает авторитарные режимы — например, в КНР компаниям запрещено инвестировать в метавселенные. Впрочем, быть может, они не столь уж и неправы, а просто умеют заглянуть в будущее человеческой цивилизации несколько с другой стороны и имеют своё видение. Однако, тем не менее, на наших глазах зарождается совершенно новый социальный конфликт (или бесконфликтный уход в виртуальный мир, как кому нравится), в результате которого появится мир, в котором кое-кто (за всех говорить было бы некорректно) будет жить в обозримом будущем.

Однако не всё так просто в мире метавселенных. Эффект виртуального присутствия должен быть подвергнут "шлифовке", а для этого потребуются вычислительные средства на несколько порядков более мощные, чем имеет место сегодня. И ещё крайне важна чрезвычайно малая задержка сигнала. Ведь для комфортного едва ли не круглосуточного (с перерывами на еду и сон) пребывания в метавселенной необходим принципиально иной уровень реалистичности демонстрируемых пользователю цифровых объектов и взаимодействий между ними, чем тот, что доступен на сегодняшних и даже перспективных (находящихся в стадии активной разработки) смартфонах, компьютерах и гарнитурах виртуальной/дополненной реальности. Не стоит забывать и про голографию, которая уже закладывается в перспективные сети мобильной связи 6G.

Да и сама структура современного Интернета не рассчитана на предоставление конечным пользователям доступа к расположенным за тысячи километров от них (исторически их особенно много в США) серверам с предельно малыми задержками. Решать же эту проблему при создании метавселенной необходимо, поскольку даже в IP-телефонии задержка в 150 мс считается предельной для нормального восприятия собеседниками. И неспроста в сетях мобильной связи 5G задержки стремятся сделать не более 10 мс. Иначе моментально исчезает очарование самой фотореалистичной цифровой симуляции. Полностью избавиться от этой проблемы не получается даже у современных многопользовательских игр с аудиторией в десятки тысяч сидящих перед мониторами активных игроков. В свою очередь, в виртуальном пространстве по замыслам Meta будут десятки и сотни миллионов человек в гарнитурах VR/AR, ещё более придирчиво воспринимающих любые неполадки и задержки в ходе повседневных рабочих или социальных коммуникаций. Впрочем, рано или поздно техни-

ческие проблемы будут в целом урегулированы развитием сетей новых поколений и установкой новых серверов как можно ближе к потребителям. Но уже понятно, что первыми под очарованием метавселенных окажутся граждане Северной Америки и Западной Европы. Впрочем, и другие граждане тоже.

Инициировать ускоренное движение граждан в расставляемые в цифровом мире метавселенные призваны самые разные процессы, развернувшиеся на планете. К примеру, тотальная цифровизация вводится под предлогом борьбы с бюрократией и упрощением ряда процедур. Никто не будет спорить с тем, что это благое дело. Но только в одном случае, если общество понимает, кто это контролирует, а государство гарантирует обществу честную игру. Быть может, как считают некоторые, искусственно созданный коронавирус и вакцинация являются двумя частями одной операции по резкому снижению человеческой популяции без ядерной войны. С другой стороны, перманентная пандемия объективно ускорила процессы цифровизации и массового развёртывания удалённой работы, тем самым ещё крепче привязав к цифровому пространству многие миллионы людей.

Правда, остаётся один немаловажный вопрос, а что с безопасностью личных данных? С безопасностью хорошо, она постоянно совершенствуется, вот только с данными плохо. Базы данных похищаются в самых, казалось бы, защищённых организациях, мошенники не устают предлагать свои услуги по похищению денежных средств. Реально, как мы прекрасно видим и по западному опыту, и по российскому, никакой безопасности личных данных при цифровизации нет, буквально идёт скандал за скандалом. Более того, за цифровизацией бытовых вопросов прямиком следует тотальный контроль за гражданами, личное пространство которых также подвергается давлению. Айфоны давно слушают своих владельцев, а Гугл и Яндекс, как свидетельствуют уже появившиеся анекдоты, буквально через минуты после разговора на кухне меняют контекстную рекламу на открываемых страницах Интернета.

Тем временем радикальной трансформации подвергается межполовое и сексуальное воспитание. Пол номер один и номер два. Супруг один и супруг два, а, может быть, и тридцать два. Выбирать и менять свой пол уже разрешается детям. Налицо уничтожение половой, социальной, гендерной и иной самоидентификации человека. Можно подумать, что человечество готовят к встрече с инопланетянами, которые половых различий не имеют и размножаются почкованием (впрочем, не стоит полностью отвергать эту версию). Более того, в мире происходит тотальная десакрализация символического и ценностного поля, идёт уничтожение всевозможных табу, необходимых и выработанных всей историей человеческой цивилизации. А если снимаются табу, человек, как известно, превращается в животное. Вообще-то снятие табу — просто одна из технологий, неоднократно использовавшихся теми, кого потом обвиняли в преступлениях против человечности.

Сегодня огромное количество просмотров и лайков набирают медиапродукты, развращающие и убивающие. И именно туда подтягивается реклама. Уничтожаются культура и искусство. По самым разным направлениям наступает неграмотность. Забудьте про джаз, рок и классику, ведь для животных это сложно. Двери всех теле- и радиоэфиров открываются перед откровенно дебильными пустыми личностями, и уж попутно выясняется, умеют ли они петь или кататься на коньках. Но кто-то ведь открывает им двери. Уничтожается образование? Кому-то это очень необходимо, потому что озабоченному потреблением животному образование не обязательно. Зато, к примеру, в метавселенной каждый сможет жить, находясь и в питательной люльке с комплексом развлечений. Идеальное потребление хлеба и зрелищ.

Следует понимать, что сегодня развернулась осознанная, централизованная по силам и средствам атака на ключевые основания человеческой цивилизации, технологической основой которой являются вездесущие ныне инфокоммуникации. Инициаторы этой атаки, без сомнения, достаточно могущественны, обладают необходимыми организационными, финансовыми, политическими силами и средствами, чтобы организовать такую атаку в планетарных масштабах. Возможно, одна из их целей весьма традиционна и встречалась в истории планеты неоднократно — возвыситься над остальными и управлять ими. Вроде этаких богов. Учитывая сказанное выше и всемирную историю, весьма вероятно, что настоящими животными окажутся они сами. Быть может, атака на цивилизацию преследует цель создать из привычной жизни такой хаос, чтобы уставшее от неразберихи, разврата и охаивания идеалов население само запросило порядка от "демократии тьмы и хаоса"? И тогда ему будет дарован Новый мировой цифровой порядок (в том числе и в формируемых метавселенных), о котором уже шла речь на страницах журнала.

Вот так вместо научного, технологического и социального рывка в будущее человечеству собираются всучить виртуальные игровые места, чтобы лишние не мешали избранным. Неужели вначале было Слово, чтобы закончиться всего лишь цифровой игрой? Тут же приходит на ум "матрица" из одноимённого голливудского фильма. Но можем ли мы быть уверены, что подобные фильмы не снимаются по заказу одних "животных" с целью подготовки других к чему-либо? Не слишком ли много совпадений?

Впрочем, доступ к каждому телу ещё не означает доступ к каждому сердцу, а любой цифровой объект, как известно, — лишь приближение с некоторой точностью к аналоговому оригиналу. Берегите сердце!

По материалам ***lenovo.com, rossaprimavera.ru, habr.com, cnews.ru, robb.report, pcnews.ru***

Реализация технологий прямого цифрового усиления в звуковой аппаратуре

Устройство и ремонт DVD-ресиверов Harman Kardon серии HSxxx с технологией DDX®

***Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ**, г. Таганрог Ростовской обл.*

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2022, № 2

Основные особенности и характеристики микросхем серии DDX2100/ DDX2120/DDX2160.

Выходная мощность в режиме моно на нагрузке 4 Ом при THD = 10 % — 100/125/150 Вт; в режиме стерео на нагрузке 8 Ом при THD = 10 % — 2×50/62/80 Вт, в четырёхканальном режиме на нагрузке 4 Ом при THD = 10 % — 4×32/40/40 Вт.

Однополярное напряжение питания — от 9 В до 36 В.

Температурная защита от перегрева и от коротких замыканий в нагрузке.

Входные логические сигналы размахом от 2,7 В до 5 В.

Рабочая температура окружающей среды — 0...70 °С.

THD + шум при выходной мощности 1 Вт — 0,04...0,08 %, при выходной мощности 50 Вт — 0,13...0,2 %.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Отношение сигнал/шум — 85...100 дБ.

Эффективность (КПД) — 85...88 %.

Сопротивление открытого канала выходных транзисторов MOSFET — 200...270 мОм.

В модели HS100 напряжение питания +36 В применённых микросхем DDX2100 поступает по цепи +36V через разъём CN1. Микросхемы подключаются к нагрузкам через симметричные П-образные ФНЧ, обеспечивающие подавление ШИМ-несущей.

В модели HS200 DDX-процессор выполнен на упомянутой выше микросхеме STA308A (U402). Выходные усилители мощности выполнены на упомянутой выше микросхеме STA508 (U403), напряжение питания микросхем +34 В по цепи +34V подаётся через разъём CN403.

Импульсные источники питания всех рассматриваемых DVD-ресиверов выполнены в виде отдельных модулей SMPS (Switch Mode Power Supply), принципиальная схема этого модуля моделей HS300/HS500 приведена на **рис. 16** (High Voltage Risk of electric shock! — Опасность поражения высоким напряжением! Знак ! в треугольнике — компоненты с критичными параметрами, замена только на типы, указанные на схеме, Caution: Risk of Fire, Replace Fuse with same Rating — Внимание: опасность возгорания, замена предохранителя только с параметрами, указанными на схеме). Довольно сложная схема источника питания содержит корректор коэффициента мощности (ККМ/PFC) для повышения КПД. При полной неработоспособности источника питания необходимо проверить исправность плавкой вставки F501 на 1,5 А, терморезистора RZ501 (8,2 Ом), варистора RZ503 (10K471) и выпрямительного моста DB501 (D10XB60) фирмы Shindengen или других производителей, основные параметры моста — $U_{обр}$ = 600 В, $I_{пр}$ = 10 А, $U_{пр}$ = 1,1 В.

Корректор коэффициента мощности и ШИМ-контроллер импульсного преобразователя напряжения модуля питания выполнены на микросхеме ML4800 (U501) фирмы Fairchild Semiconductor. Применение ККМ в источниках питания позволяет уменьшить необходимую ёмкость конденсаторов фильтра выпрямителей (Bulk Capacitors), снизить мощность потребления при малых нагрузках и перегрузку ключевых MOSFET. Приведём **основные особенности и характеристики микросхемы ML4800**.

Активный ККМ с внутренней синхронизацией по переднему фронту (Leading-Edge PFC) и ШИМ-контроллер с управлением по спаду импульса (Trailing-Edge PWM) в одном приборе.

Функция TriFault Detect™ обеспечивает эффективную защиту от перенапряжений, обрывов и коротких замыканий в нагрузке, что соответствует требованиям безопасности по стандарту UL1950.

Малое потребление тока — 200 мкА при запуске, 5,5 мА — в рабочем режиме.

Малый общий уровень гармоник, высокий коэффициент мощности.

Конфигурируемые режимы ШИМ-контроллера с управлением по току или по напряжению.

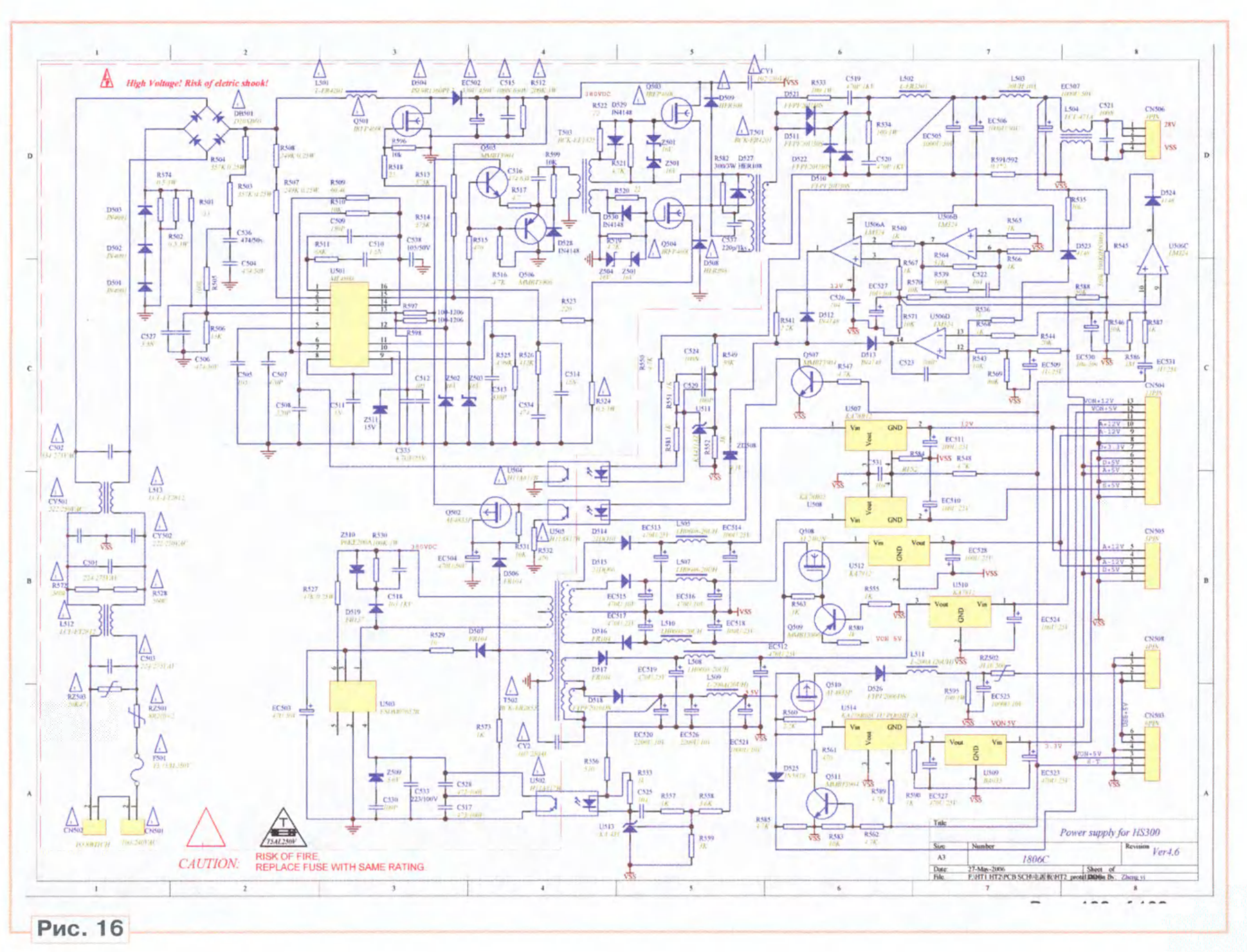


Рис. 16

Структура микросхемы приведена на **рис. 17**, в её состав входят следующие основные узлы: модулятор усиления ККМ (Gain Modulator), генератор ШИМ-импульсов (Oscillator), ограничитель коэффициента заполнения ШИМ-импульсов (Duty Cycle Limit), узел "тройной защиты" (TRI-FAULT), компаратор узла защиты по напряжению (OVP), ограничитель тока ККМ (PFC I_{LIMIT}), ограничитель постоянного тока ШИМ-контроллера (DC I_{LIMIT}), источник образцового напряжения 7,5 В (7,5 V Reference), выходной узел ККМ (PFC Out), выходной узел ШИМ-контроллера (PWM Out), узел защиты от пониженного напряжения (UVLO).

Назначение основных выводов микросхемы:

2 (I_{AC}) — вход образцового напряжения модулятора усиления ККМ;

3 (I_{SENCE}) — вход для подключения датчика тока к модулятору усиления ККМ;

5 (SS) — вывод для подключения конденсатора узла мягкого старта ШИМ-контроллера;

6 (V_{DC}) — вход обратной связи ШИМ-контроллера;

9 (DC I_{LIMIT}) — вход компаратора ограничителя тока ШИМ-контроллера;

11 (PWM OUT) — выход драйвера ШИМ-контроллера;

12 (PFC OUT) — выход драйвера ККМ;

13 (VCC) — плюсовой вывод напряжения питания;

14 (V_{REF}) — выход источника образцового напряжения 7,5 В;

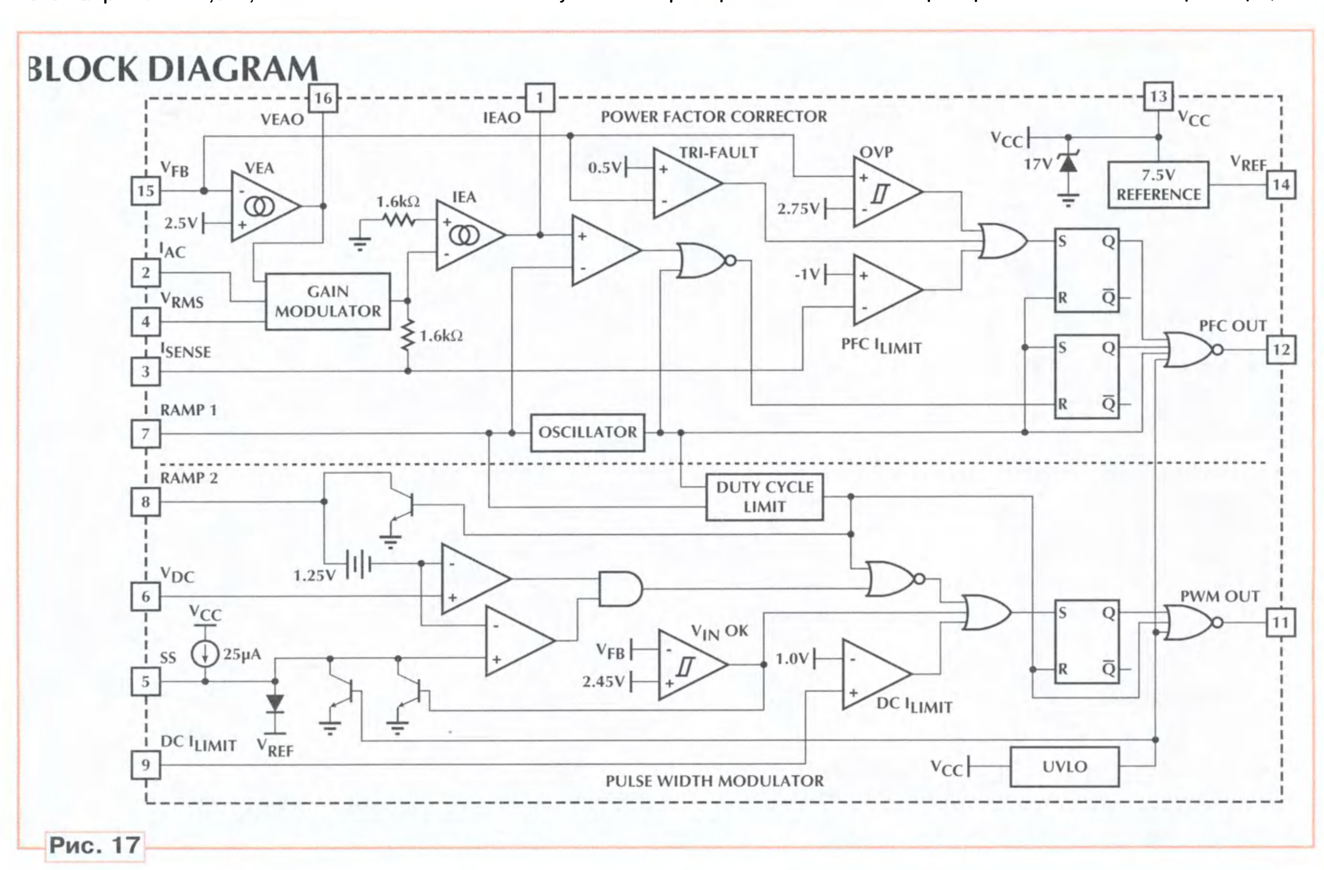


Рис. 17

15 (V_{FB}) — вход усилителя сигнала ошибки ККМ;

16 (VEAO) — выход усилителя сигнала ошибки ККМ.

Выход драйвера ККМ микросхемы U501 соединён с затвором n-канального MOSFET Q501 (IRFP460C) фирмы Fairchild или других производителей. Транзистор коммутирует дроссель L501, подключённый к выпрямительному мосту DB501. Основные параметры транзистора: $U_{си}$ (V_{DSS}) = 500 В, $I_{с\ макс}$ = 20 А, $R_{ds\ on}$ = 0,2 Ом, $C_{вх}$ = 4600 пФ, быстродействие — 20...50 нс. Высоковольтный выпрямитель содержит диод D504 (ISL9R1560PF2) и сглаживающий конденсатор EC502 (330 мкФ × 450 В).

Выход драйвера ШИМ-контроллера микросхемы U501 (вывод 11) обеспечивает работу ключей на транзисторах Q505, Q506, нагруженных на промежуточный импульсный трансформатор T503. К вторичной обмотке этого трансформатора подключён затвор n-канального MOSFET Q504 (IRFP460C), который формирует напряжение +28 В для питания усилителей мощности ШИМ-сигналов DVD-ресиверов. В источник этого напряжения входят импульсный трансформатор T501, выпрямитель D510, D511, D521, D522 (FEPF20U30), дроссели L502, L503, конденсаторы фильтра EC505, EC506, EC507 (1000 мкФ × 50 В). Выходное напряжение +28 В через разъём CN506 поступает на плату усилителей DVD-ресивера.

Другие напряжения, необходимые для работы DVD-ресиверов, обеспечивает импульсный преобразователь на основе микросхемы FSDM07652R (U503) фирмы Fairchild, микросхема относится к семейству мощных переключателей с "зелёным" режимом FPS™ (Green Mode Fairchild Power Switch), предназначенных для применения в источниках питания различных приложений бытовой электроники мощностью 50...80 Вт.

Основные особенности и характеристики микросхемы.

Устойчивые к лавинному пробою полевые транзисторы Sense FET.

Усовершенствованный пульсирующий режим ШИМ-контроллера (Advanced Burst-Mode) для снижения энергопотребления при малых нагрузках.

Прецизионная фиксированная частота переключения (66 кГц).

Узлы защиты по току нагрузки (OLP), напряжению (OVP) и от перегрева (TSD), а также от пониженного напряжения (UVLO).

Малое потребление тока (2,5 мА).

Встроенный узел мягкого старта.

Структура микросхемы приведена на **рис. 18** (Internal Bias — внутреннее смещение, OSC — генератор импульсов, PWM — ШИМ, Gate Driver — драйвер затвора, Soft Start — узел мягкого запуска, Vcc good — напряжение Vc в норме, TSD — узел температурной защиты, LEB — узел ограничения тока). Назначение её основных выводов:

1 (Drain) — сток полевого транзистора Sense FET;

3 (Vcc) — напряжение питания 12 В;

4 (FB) — инвертирующий вход компаратора схемы ШИМ-контроллера;

6 (Vstr) — вывод для подключения входного постоянного напряжения.

Сток внутреннего полевого транзистора Sense FET микросхемы U503 подключён к первичной обмотке импульсного трансформатора T502. Вторичные обмотки трансформатора нагружены на следующие выпрямители:

D514 (21DQ10), EC513, EC514, L505, этот выпрямитель обеспечивает входное напряжение для линейного стабилизатора U507 (KA78R12) с выходным напряжением +12 В для цепи A+12V;

D515 (21DQ06), EC515, EC516, L507, выпрямитель формирует входное напряжение для линейного стабилизатора U508 (KA78R05), обеспечивающего напряжение +5 В для цепи S+5V;

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 18

Рис. 19

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

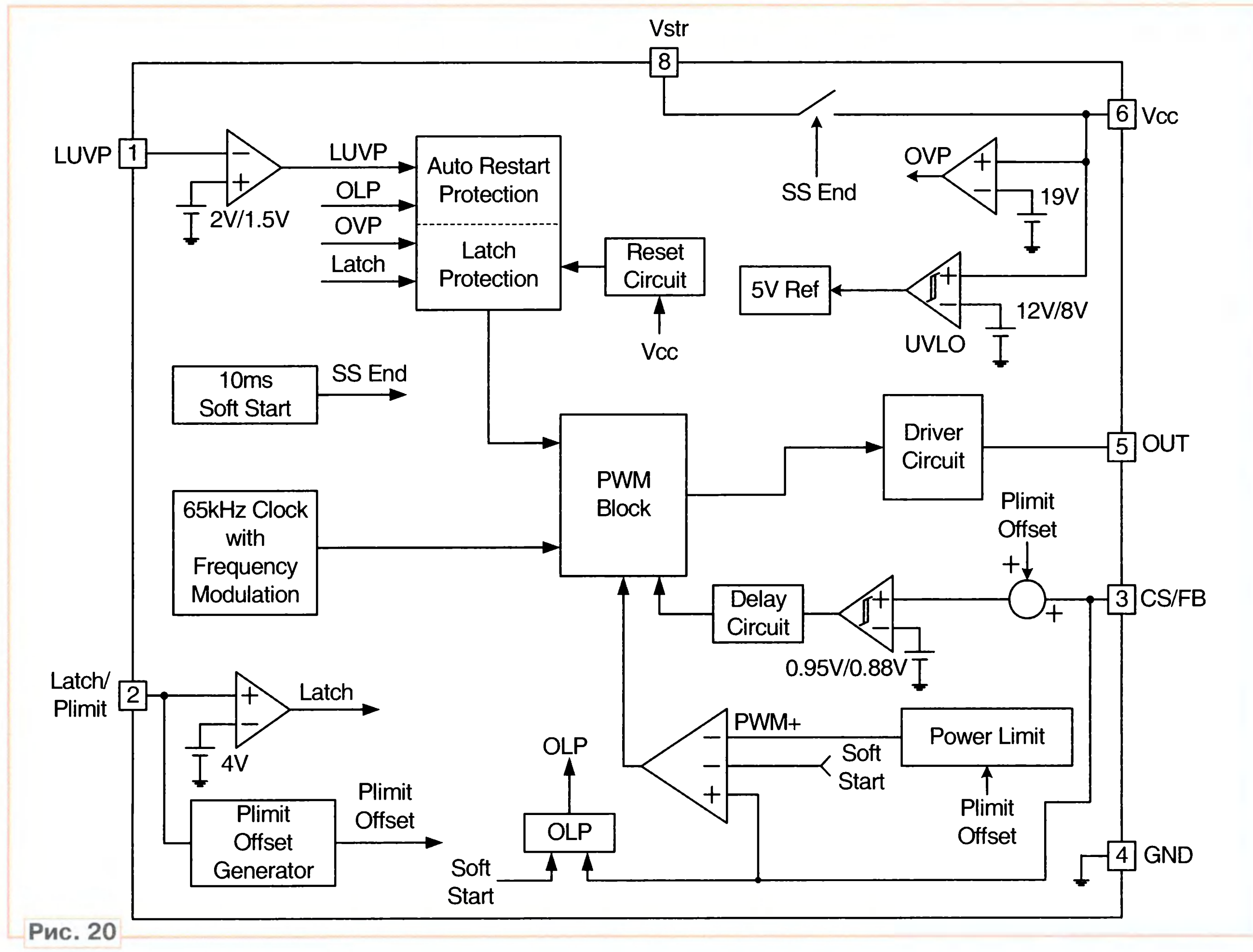


Рис. 20

D516 (FR104), EC517, EC518, L510, выпрямитель обеспечивает входное коммутируемое напряжение для линейного стабилизатора U512 (KA7912) с выходным напряжением 12 В для цепи A-12V, входное напряжение на микросхему U512 поступает только в рабочем режиме через коммутатор на транзисторах Q508, Q509 (включение по цепи VON 5V);

D517 (FR104), EC519, EC512, L508, этот выпрямитель обеспечивает входное напряжение для линейного стабилизатора на микросхеме U510 (KA7812) с выходным напряжение +12 В для цепи VON+12V;

D518 (FYPF2010DN), EC520, EC526, EC521, L509, выпрямитель обеспечивает коммутируемое напряжение +5,5 В для цепи USB+5 В, поступающее на разъёмы CN503, CN508 через ключ на транзисторе Q510 и цепь D526, L511, RZ502.

Модуль SMPS модели HS200 отличается от модулей SMPS моделей HS300/HS500 в части типов применённых электронных компонентов. В качестве ККМ в модуле применена микросхема FAN7528MX (U501) фирмы Fairchild совместно с ключевым MOSFET Q501 (FQPF13N50C), микросхема позиционируется как ККМ-контроллер с режимом критической проводимости и двойным выходом (Dual Output Critical Conduction Mode PFC controller). **Основные особенности и характеристики микросхемы:**

Низкий уровень гармоник.

Сдвоенный выход управления напряжением.

Узел защиты по напряжению с прецизионной подстройкой.

Узел защиты с разомкнутой обратной связью и функция выключения.

Детектор нулевого тока.

Узел защиты внешнего MOSFET по току и узел защиты от пониженного напряжения.

Малое потребление тока (1,5 мА в рабочем режиме).

Выходной ток драйвера затвора — 400 мА.

Структура микросхемы приведена на **рис. 19**, в её состав входят следующие основные узлы: генератор пилообразного напряжения (Saw Tooth Generator), компаратор узла защиты по току (OCP Comparator), детектор нулевого тока (Zero Current Detector), узел защиты от пониженного напряжения (UVLO), узел внутреннего смещения (Internal Bias), таймер запуска 160 мкс (160us Timer), выходной драйвер (Drive Output), узел защиты по напряжению (OVP), образцовый источник напряжения с двойным выходом (Dual Output Reference Generator), усилитель ошибки (Error Amp).

Все необходимые для питания DVD-ресивера напряжения формирует импульсный преобразователь на микросхеме FAN7602 (U506) фирмы Fairchild с внешним MOSFET Q509 FQA11N90C. Микросхема позиционируется как ШИМ-контроллер с "зелёным" токовым режимом (Green Current Mode PWM Controller) и предназначена для использования в источниках питания бытовой электроники. **Основные особенности и характеристики микросхемы:**

Фиксированная частота переключения 65 кГц с частотной модуляцией для снижения электромагнитных излучений.

Прерывистый режим при малых нагрузках для снижения энергопотребления.

Линейная обратная связь по напряжению для ограничения максимальной мощности.

Узлы защиты по току, напряжению, нагрузке и от пониженного напряжения.

Малое потребление тока (1 мА).

Структура микросхемы приведена на **рис. 20**, в её состав входят следующие основные узлы: узлы защиты с автовосстановлением (Auto Restart Protection/ Latch Protection), узел сброса (Reset Circuit), узел мягкого запуска (Soft Start), генератор импульсов 65 кГц с частотной модуляцией, ШИМ-блок (PWM Block), узел задержки (Delay Circuit), ограничитель мощности (Power Limit).

В качестве линейных стабилизаторов в модуле питания применены упомянутые выше микросхемы KA78R05, KA7912, KA7812, а также KA278R05CTU.

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА

УМЗЧ на MOSFET с триодной ВАХ

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Мощные полевые МОП-транзисторы (MOSFET) уже давно и прочно заняли свою нишу в схемотехнике УМЗЧ и довольно часто используются в выходных каскадах как полупроводниковых, так и гибридных усилителей. Во втором случае типовым решением является построение драйверного каскада на электронной усилительной лампе с целью формирования характерного звучания, а задача собственно усиления мощности выполняется именно полевыми транзисторами. Как правило, выходной каскад строится либо по двухтактной схеме с комплементарной парой в режиме АВ, либо на истоковом повторителе в режиме А. Вариантов таких схем существует уже достаточно много, например [1, 2], поэтому не будем останавливаться на их рассмотрении. Отметим только, что закономерным образом значительная часть процесса разработки УМЗЧ заключается в подборе транзисторов по ВАХ, наиболее подходящих для такого целевого использования. Именно в ходе перебора многочисленных ВАХ был выявлен тип полевых транзисторов, обладающих довольно необычными и отчасти уникальными характеристиками. Речь пойдёт о полевых транзисторах с p-каналом FQP11PQ6 и FQP17PQ6. С первого взгляда привлекает внимание семейство выходных ВАХ этих транзисторов. Их особенностью является практическое отсутствие насыщения тока стока до 10 А при достаточно больших значениях напряжения сток—исток ($U_{СИ}$ = 20...30 В). При этом наблюдается удовлетворительная общая линейность ВАХ. Как правило, линейный участок ВАХ MOSFET гораздо более крутой и короткий, что не позволяет выбирать такой режим в реальных конструкциях. В качестве примера на **рис. 1** приведено семейство выходных характеристик MOSFET FQP11PQ6 [3]. При небольших значениях напряжения затвор—исток (до –5 В) они вообще напоминают участки ВАХ лампового триода. Другие основные параметры этого транзистора: максимальные значения $U_{СИ}$ = 60 В; $I_С$ = 11 А, $P_С$ = 53 Вт. В совокупности это делает мысль о применении таких транзисторов в выходном каскаде УМЗЧ весьма привлекательной.

Рассмотрим возможность построения на их основе УМЗЧ в режиме А без общей ООС по переменному напряжению с целью оценки реально достижимых основных параметров. Отличительной особенностью этого УМЗЧ является включение нагрузки в цепь стока, т. е.

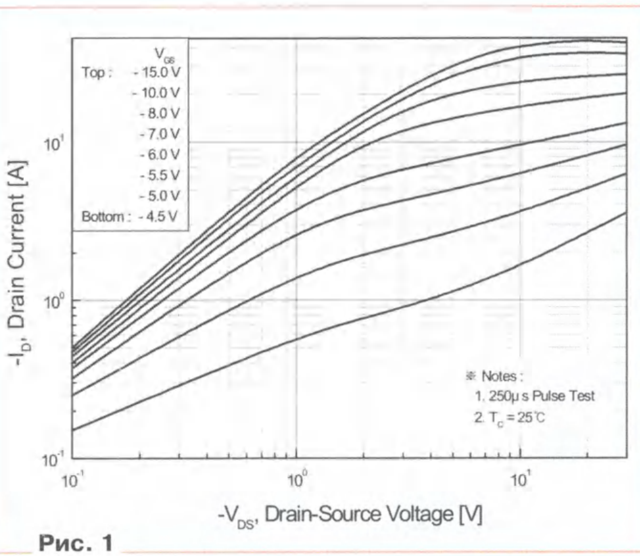


Рис. 1

так, как схеме лампового триода с ОК. Естественно, сразу возникает вопрос о выходном сопротивлении каскада и согласовании его с нагрузкой. Оценка по ВАХ в первом приближении даёт значение 5...6 Ом при токе покоя 1...2 А. Это вполне приемлемый порядок значений для современной аппаратуры класса Hi-End. Очевидно, что при бестрансформаторном выходе потребуется применить параллельное включение транзисторов для лучшего согласования с нагрузкой и снижения выходного сопротивления до значений, характерных для ламповых усилителей. Напомним, что повышенное выходное сопротивление является одной из особенностей ламповых УМЗЧ, в значительной степени определяющей их звучание [4]. Также существует вполне сформировавшийся класс усилителей с высоким выходным сопротивлением, имеющих определённые преимущества перед классическими [5—7]. Собственно, можно и не принимать дополнительных мер по его снижению, но при типичных значениях сопротивления нагрузки 4...8 Ом это сопряжено с существенным уменьшением коэффициента усиления по напряжению и, главное, КПД, что в усилителе класса А имеет важное значение. Конечно, не каждая АС способна нормально работать с подобными усилителями, а тем более обеспечить полноценную реализацию их преимуществ в результирующем звучании. Но в аппаратуре Hi-End становится обычной практикой конструировать АС в комплексе с УМЗЧ.

Обратимся к принципиальной схеме одного канала усилителя (**рис. 2**). Она достаточно проста. Основным усилительным элементом является группа транзисторов, образованных параллельно включёнными по переменному току транзисторами VT2—VT4. Нагрузкой его по постоянному току является генератор тока на VT1, поэтому вся переменная составляющая тока поступает в нагрузку. Режимы работы по постоянному току, а именно токи покоя транзисторов и баланс напряжений сток—исток, определяются положением движков подстроечных резисторов R2 для VT1 и R5, R9, R12 для транзисторов VT2, VT3 и VT4 соответственно. С целью стабилизации рабочей точки в усилителе реализована общая ООС по постоянному напряжению со стоков транзисторов через резистивные делители R2R3 в верхнем плече и R4R5R9R12 — в нижнем. ФНЧ R3C1 и R4C2 исключают общую ООС по переменному напряжению. Резисторы в цепях истоков полевых транзисторов обеспечивают неглубокую местную ООС, дополнительно стабилизируют режим и несколько нивелируют разброс параметров транзисторов VT2—VT4, что позволяет использовать их без предварительного подбора.

Входной сигнал поступает на затворы транзисторов VT2—VT4 через конденсаторы C3, C5, C7. Резистор R1 — регулятор громкости, определяющий входное сопротивление усилителя. Несмотря на простоту схемного решения, обеспечивается хорошая стабилизация рабочей точки и малый дрейф нуля на выходе в широком интервале температур.

Основные характеристики УМЗЧ

Номинальное сопротивление нагрузки, Ом 4
Номинальная выходная мощность, Вт 1,5
КНИ при номинальной выходной мощности, % 9
Максимальная выходная мощность в режиме ограничения (КНИ = 14 %), Вт 2,5
Выходное сопротивление, Ом, не более 2
Номинальное входное напряжение, мВ 200
Коэффициент усиления по напряжению при номинальном сопротивлении нагрузки 10
Номинальное напряжение питания, В . . . .±9
Потребляемая мощность в режиме покоя, Вт 55
Дрейф нуля на выходе УМЗЧ, мВ, не более . . . .±50

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

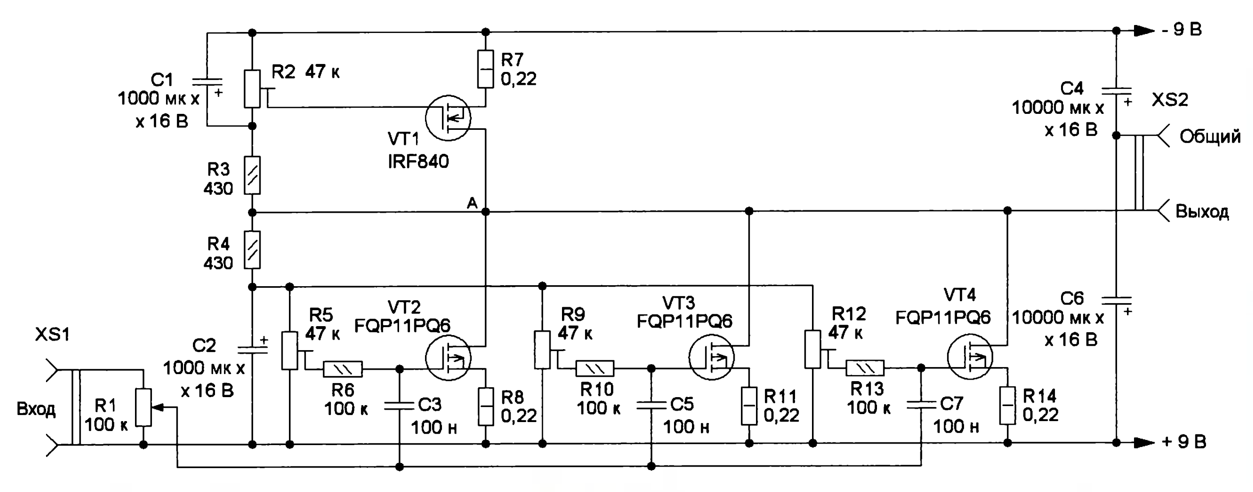


Рис. 2

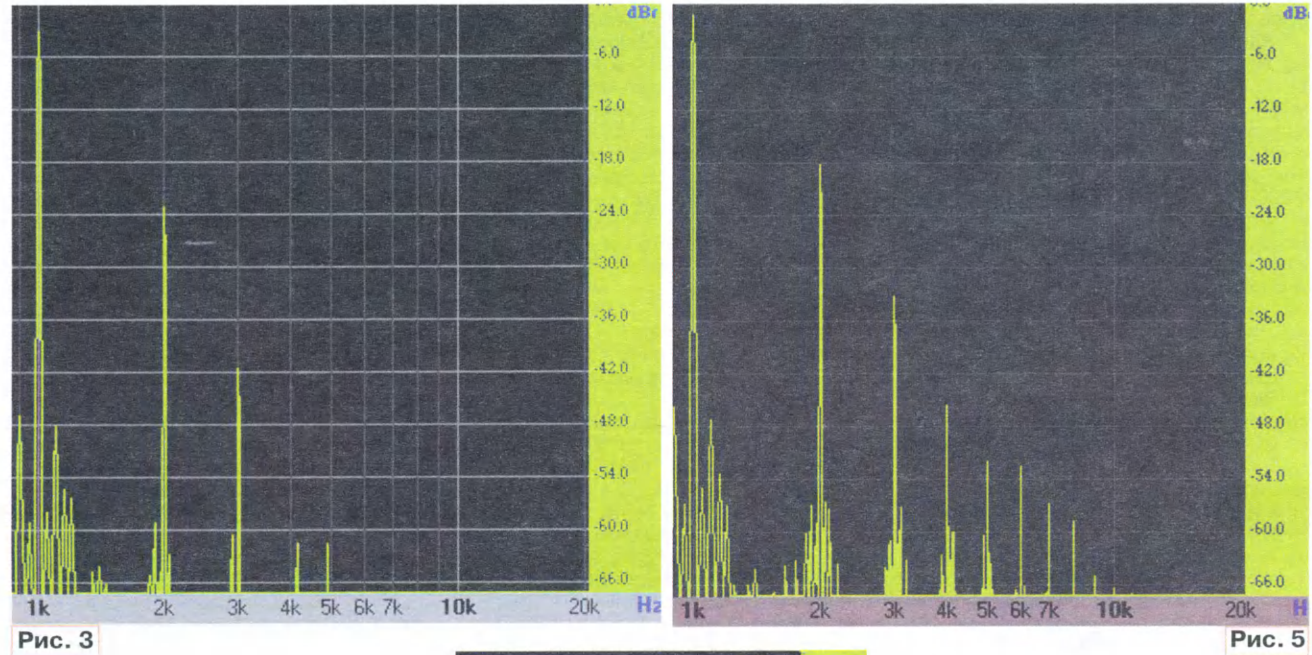


Рис. 3

Рис. 5

В ходе испытаний было определено оптимальное значение тока покоя каждого из транзисторов VT2—VT4 с точки зрения минимизации КНИ. Для транзистора FQP11PQ6 оно составило 0,9...1 А при напряжении питания плеча 9 В. При детальном рассмотрении обращают на себя внимание спектры выходного сигнала этого УМЗЧ. На **рис. 3** приведён спектр выходного сигнала при номинальной выходной мощности. Определяющей в нём является наиболее "благозвучная" вторая гармоника (КНИ — 7,8 %). Даже в логарифмическом представлении явно выражена сверхпропорциональная регрессия уровня третьей гармоники (КНИ — менее 1 %) и четвёртой—пятой гармоник (КНИ — по 0,12 %) в сравнении со второй. Гармоники высших порядков не наблюдаются. Вообще же третья гармоника появляется в спектре при выходном напряжении в два раза меньше номинального, а четвёртая и пятая несколько позже. Наблюдается свойственная ламповым УМЗЧ выраженная

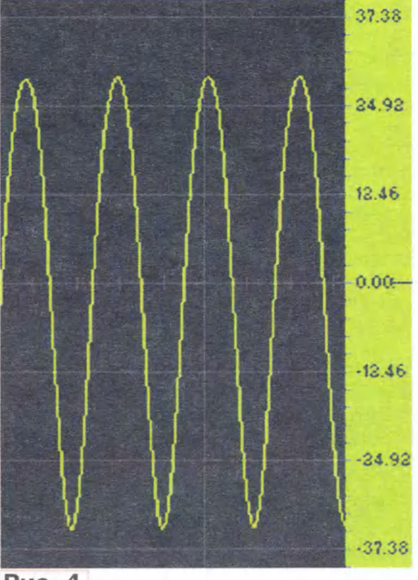


Рис. 4

зависимость искажений и ширины спектра от уровня сигнала. Звучание усилителя при воспроизведении реальных композиций различных жанров и стилей отличается мягкостью, которая иногда кажется даже излишней, и окраской, характерными для ламповых триодных каскадов.

Ограничение сигнала также происходит исключительно мягко, что можно видеть уже по осциллограмме (**рис. 4**). Соответствующий спектр сигнала показан на **рис. 5**. Сверхпропорциональная закономерность падения уровней гармоник сохраняется и при ограничении. Максимальная наблюдаемая гармоника — десятая с уровнем около 0,05 %. На слух это воспринимается даже не как собственно искажения, а как шум, наложенный на полезный сигнал. Впечатление общей мягкости звука при этом сохраняется. В целом, звучание усилителя во всём динамическом диапазоне можно охарактеризовать как наиболее приближенное к звучанию хороших ламповых аналогов.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

АС, применяемые для работы с этим УМЗЧ, должны быть рассчитаны на его повышенное выходное сопротивление. Рекомендуется использовать АС с низкой добротностью НЧ-головки (0,7...0,8) в конкретном акустическом оформлении и схемными решениями фильтров, не требующих эффективного демпфирования со стороны выходного каскада. Конструктивные особенности АС, хорошо зарекомендовавших себя при работе с высокоомными УМЗЧ, подробно изложены в [7]. В авторском варианте использовалась модернизированная АС [8], обеспечивающая неплохой результат за счёт невысокой добротности НЧ-головки, демпфирования СЧ-головки на частоте основного резонанса низким сопротивлением катушки индуктивности фильтра и применения эллиптического фильтра в ВЧ-звене. КПД этого усилителя сравним с общим КПД ламповых триодных усилителей класса А (с учётом энергии, расходуемой на накал ламп).

Напряжение питания УМЗЧ влияет на его параметры незначительно. Оно может быть снижено до ±7,5 В с целью уменьшения рассеиваемой мощности в режиме покоя без особого ущерба для параметров усилителя. Оптимальный ток покоя каждого из транзисторов VT2—VT4 при этом следует также уменьшить до 0,75 А. Общая потребляемая мощность в этом случае составит 35 Вт. КНИ при номинальной выходной мощности увеличится до 10 %, а максимальная выходная мощность уменьшится до 1,6 Вт. На качестве звучания это скажется незначительно.

Число параллельно подключённых полевых транзисторов может быть также другим, от двух до четырёх. Это повлияет на выходное сопротивление, коэффициент усиления по напряжению, значения номинальной, максимальной выходной и общей потребляемой мощности. КНИ, соответствующие номинальной/максимальной выходной мощности, остаются практически неизменными. При использовании двух транзисторов в нижнем плече значения перечисленных параметров составят около 2,8 Ом, 7,5 Вт, 1 Вт, 1,8 Вт, 35 Вт, а при использовании четырёх — 1,4 Ом, 12 Вт, 1,8 Вт, 3 Вт, 70 Вт соответственно. Выбор производится исходя из личных предпочтений и конкретных требований к звуковоспроизводящему комплексу. Дальнейшее увеличение числа транзисторов в нижнем плече нецелесообразно, поскольку уменьшение выходного сопротивления и соответствующее увеличение крутизны составного транзистора и выходной мощности УМЗЧ при заданном напряжении питания будут сопровождаться непропорциональным ростом потребляемой мощности и падением КПД.

Понятно, что при изменении числа транзисторов нижнего плеча каждый из них должен быть снабжён сопутствующими элементами обвязки (резисторы установки рабочей точки, резистор в цепи истока и входной конденсатор).

Питание устройства рекомендуется осуществлять от стабилизированного источника постоянного тока, обеспечивающего требуемый ток покоя, защиту от КЗ и малую величину пульсаций, от чего зависит уровень фона. Ввиду сравнительно малой выходной мощности УМЗЧ нагрузка блока питания будет иметь практически постоянный характер.

Налаживание правильно собранного усилителя заключается в установке токов покоя транзисторов. Сначала при выключенном напряжении питания устанавливают движок подстроечного резистора R2 в верхнее по схеме положение, а движки резисторов R5, R9, R12 — в нижнее. Отключают точку соединения резисторов R3, R4 от точки соединения стоков транзисторов (точка А на схеме) и подключают её к общему проводу блока питания. Между точкой А и общим проводом подключают амперметр. Подав напряжение питания, вращением движков резисторов R5, R9, R12 последовательно устанавливают необходимые величины токов покоя транзисторов нижнего плеча (по сумме токов). Затем, подключив вольтметр между точкой А и общим проводом, вращением движка резистора R2 устанавливают напряжение в этой точке равным 0±50 мВ. Удобно косвенно контролировать токи покоя по падению напряжений на соответствующих резисторах в цепях истоков. Точность настройки при этом будет несколько меньше за счёт разброса их сопротивлений. Затем восстанавливают соединение резисторов R3, R4 с точкой А и проверяют напряжение между ней и общим проводом. При необходимости корректируют его вращением движка R2 до уровня 0±50 мВ, одновременно косвенно контролируя ток покоя VT1 по падению напряжения на резисторе R7. Рекомендуется также проконтролировать долговременный дрейф нуля в рабочем режиме в течение 20...30 мин. После этого налаживание можно считать законченным.

Детали. Транзистор VT1 — IRF840, IRF640 или аналогичный с каналом n-типа, транзисторы VT2—VT4 — FQP11PQ6. Подбор транзисторов по параметрам не требуется. Возможно использование транзисторов FQP17PQ6, но в этом случае понадобится самостоятельно определить оптимальное значение тока покоя. На месте транзистора VT1 допустимо использовать MOSFET семейства IRL подходящей мощности с напряжением открывания 3,3 В, например IRL2505. Следует учесть, что долговременная точность поддержания рабочей точки может несколько ухудшиться в зависимости от крутизны применённого транзистора из-за необходимости уменьшения сопротивления верхней по схеме части резистора R2 и, соответственно, глубины ООС верхнего плеча по постоянному напряжению. Впрочем, это можно компенсировать увеличением сопротивления резистора R7 местной ООС в цепи истока транзистора VT1 до 0,47 Ом.

Конденсаторы С3, С5, С7 — К10-17б на напряжение 40 В, С1, С2, С4, С6 — К50-35, К50-68 или аналогичные импортные. Все постоянные резисторы — С2-33Н или МЛТ указанной на схеме мощности. Подстроечные резисторы R2, R5, R9, R12 — многооборотные для печатного монтажа серии 3296. Переменный резистор R1 — сдвоенный СП3-4дМ с функциональной характеристикой В или аналогичный импортный. Следует помнить, что отечественным обозначениям функциональных характеристик А и В соответствуют импортные В и А. Резистор эквивалента нагрузки, используемый при измерениях, — керамический проволочный цементный CR-L, SQP, PRW сопротивлением 3,9...4,3 Ом и мощностью 5 Вт.

Конструкция. Законченной конструкции этот УМЗЧ не имеет, поскольку был собран как испытательный образец. Все пассивные элементы смонтированы на макетной монтажной плате размерами 85×50 мм с шагом металлизированных отверстий 2,54 мм. Мощные транзисторы нижнего плеча размещены на общем теплоотводе (алюминиевом оребрённом) размерами 130×80×30 мм (Д×Ш×В) с толщиной основания 5 мм и толщиной 2,5 мм и шагом рёбер 10 мм (площадь охлаждения — примерно 600 см^2). На таком же теплоотводе размещается транзистор VT1. Может быть использован общий теплоотвод с удвоенной площадью для размещения на нём всех транзисторов, так как все стоки имеют между собой электрические соединения. В случае увеличения числа транзисторов до четырёх рекомендуется пропорционально увеличить площадь теплоотвода. При нормальной работе температура корпусов транзисторов не превышает 50...60 °С.

Сильноточные соединения выполняют медным многожильным монтажным проводом сечением не менее 1,5 мм^2. Для слаботочных используется провод МГТФ-0,35. При монтаже необходимо строго соблюдать общие правила монтажа сигнальных и питающих цепей мощных УМЗЧ. Поскольку усилитель работает в режиме А и имеет большой ток покоя, ошибки монтажа могут привести к возрастанию уровня фона и даже к самовозбуждению.

Во избежание повреждения нагрузки при возможном выходе из режима или из строя транзисторов целесообразно подключать её через аналог неполярного конденсатора, составленный из двух встречно-последовательно включённых оксидных ёмкостью 10000...22000 мкФ на напряжение 16 В (на схеме не показаны).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рогов И.** УМЗЧ с полевыми транзисторами в выходном каскаде. — Радио, 2016, № 10, с. 8—12.

2. **Гришин В.** Гибридный УМЗЧ. — Радио, 2013, № 2, с. 15, 16.

3. FQP11P06 Datasheet. — URL: **https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/52324/FAIRCHILD/FQP11P06.html** (30.01.2022).

4. **Агеев С.** Должен ли УМЗЧ иметь малое выходное сопротивление? — Радио, 1997, № 4, с. 14—16.

5. **Алейнов А.** Улучшение воспроизведения в системе УМЗЧ-громкоговоритель. — Радио, 2000, № 7, с. 16—18.

6. **Сырицо А.** Особенности УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением. — Радио, 2002, № 2, с. 16, 17.

7. **Рогов И.** УМЗЧ с регулируемым выходным сопротивлением. — Радио, 2008, № 4, с.14—17.

8. **Панкратьев Д.** Модернизация АС 25АС-109. — Радио, 2019, № 9, с. 9.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Активные антенны Е-поля

Часть 2

Первые шаги реализации

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Чтобы все теоретические дискуссии про активные антенны (АА) Е-поля нашли подтверждение и имели практический характер, автор предлагает конструкцию несложной испытательной АА. С ней очень эффективно можно ознакомиться с Е-полями вокруг дома и получать первые успехи радиоприёма. При разработке конструкции заложена высокая степень повторяемости и предсказуемости результата, что важно для малоопытного начинающего радиолюбителя. Также разъясняются важные мероприятия по борьбе с помехами.

Испытательная активная антенна АА-000

Если без особого опыта начинать работу с АА для Е-поля, то возникает немало индивидуальных вопросов и моментов, на которые даже специалисты не могут дистанционно дать однозначные ответы и советы. Ввиду ранее отмеченных недостатков конструкции АА miniwhip для приёма на СВ и КВ предлагается альтернатива из этой же категории сложности. Схема антенны (АА-000) показана на **рис. 1**. Она собрана на общедоступных компонентах и с использованием телевизионного кабеля среднего качества с волновым сопротивлением 75 Ом.

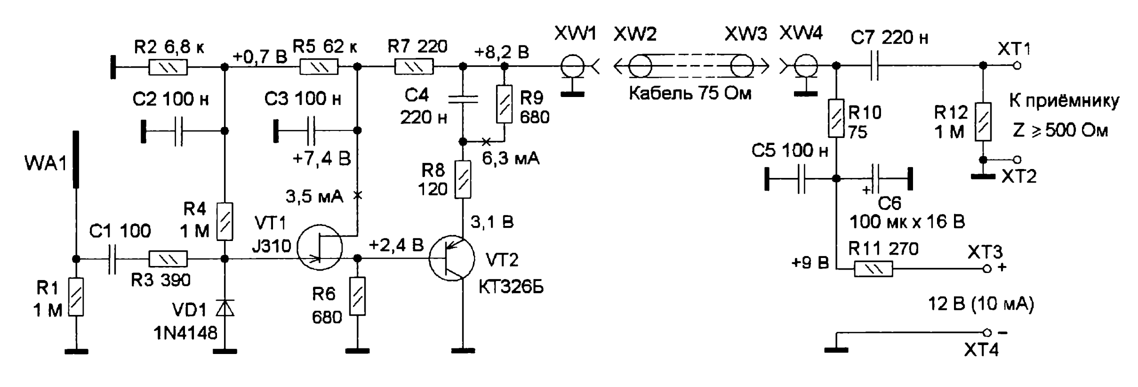


Рис. 1

Главным достоинством этой конструкции является то, что она прощает часто встречающиеся ошибки и неумелые действия начинающего радиолюбителя, на порядок улучшена линейность по сравнению с подлинной АА miniwip. В экспериментах с АА-000 можно постепенно сделать выводы о местной обстановке с помехами, внести улучшения радиоприёмной системы и потом уже решиться на более совершенные конструкции. В этой АА нет катушек индуктивности, а все детали смонтированы на простой макетной печатной плате (**рис. 2**,а, рис. 2,б).

Размеры печатной платы не критичны, не нужно стремиться к миниатюризации, она даже навредит. Рекомендуется использовать плату шириной 46 мм, чтобы можно было бы её разместить в пластмассовой сантехнической трубе DN50. Транзистор VT1 в каскаде ИП имеет очень высокое входное сопротивление, но по напряжению коэффициент передачи составляет примерно $K_{\text{у}} = 0{,}7$, а выходное сопротивление — около 300 Ом, тут важен блокирующий конденсатор С3. На затвор транзистора VT1 через резистор R4 подаётся постоянное напряжение смещения с резистивного делителя R2R5. Это необходимо для выведения защитного диода VD1 из неблагоприятного нулевого смещения, а также для увеличения напряжения на резисторе R6, а значит, и напряжения коллектор—база транзистора VT2. Это снизит входную ёмкость транзистора VT2 и выведет его усиление на штатное значение. Эмиттерный ток транзистора VT2 задаёт в основном резистор R9, при этом конденсатор С4 закорачивает ВЧ-сигналы. Это даст возможность более свободной подборки резисторов R7 и R8, чтобы добиться оптимального согласования с кабелем или изменить коэффициент усиления АА. В этом случае они подобраны для кабеля 75 Ом и среднего усиления. Расчётное значение сопротивления параллельно соединённых резисторов R7 и R8 должно примерно соответствовать волновому сопротивлению кабеля. Для кабеля 50 Ом это будет соответственно 150 Ом и 82 Ом. Резистор R3 подбирают в интервале до 1 кОм для лучшего подавления местных УКВ-сигналов. АА рассчитана на работу с современными бытовыми всеволновыми приёмниками, у которых чаще всего входной импеданс не менее 200 Ом и имеется хорошая чувствительность. Если у самого приёмника входной импеданс низкий (PL-8800 на СДВ-ДВ-СВ или Sangean-909), для начала можно просто поменять местами резисторы R11 и R10 (при напряжении питания +12 В).

При разработке схемы было заложено некритичное питание и относительно малый ток потребления. Эту АА можно питать напряжением 9 В, подключив её к конденсаторам С5, С6. Даже при напряжении +7...8 В (от двух Li-Ion аккумуляторов) АА работает ещё удовлетворительно, а повышенное питание до 15 В (подают на контакты ХТ3, ХТ4) пойдёт только на пользу.

В АА можно применить широко распространённые элементы. Взамен транзистора J310 (J309) можно применить более современные низковольтные JFET с короткой ВАХ — BF861, BF862, 2SK2394, 2SK3557, КП341, КП365. Они отлично работают, если сопротивление резистора R2 увеличить до 22 кОм. Условно подходят транзисторы BF244B, BF245B, КП303Е, КП307Г, 2N4416, КП312, если приём на КВ не нужен. Коллекторный ток транзистора VT2 — около 6 мА, здесь подойдут различные малосигнальные p-n-p транзисторы с малыми межэлектродными ёмкостями. В моей АА использованы транзисторы J309 и КТ363А, и она успешно работает до частоты 12 МГц. Такой же результат можно получить при использовании транзисторов КТ326Б, КТ3108А, ГТ313Б, КТ343.

Защита для транзистора VT1 в АА-000 — минимальная, диод VD1 замыкает на общий провод импульсы отрицательной полярности, а транзистор VT1 сам отводит положительные импульсы через затвор—сток на конденсатор С3,

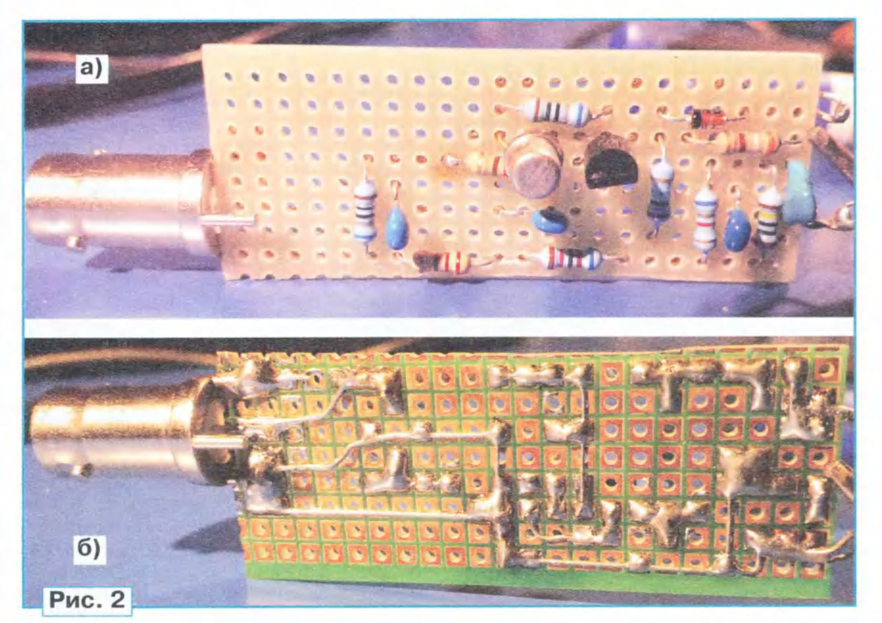


Рис. 2

при этом допускается ток не более 10 мА. Особенно в летнее время не стоит оставлять эту АА на постоянную работу на крыше, ведь она всего лишь испытательная, на "скорую руку" и для опытов.

Установка и первый тест

По многолетним опытам выведения АА в эфирное пространство себя хорошо зарекомендовали дешёвые пластиковые сантехнические трубчатые элементы диаметром 50 мм (DN50) для основной конструкции и 32 мм (DN32) для антенных элементов (АЭ). В строительных магазинах найдётся большой ассортимент разных элементов, таких как трубы, соединения, заглушки, переходники, хомуты и крепления. Трубы для бассейнов DN50 с толщиной стенки 3 мм имеют повышенную прочность, их можно удлинить с помощью муфт и клея для ПВХ. Резиновые уплотнения дают достаточную защиту от дождя для первых опытных конструкций, герметик применять не нужно. Далее на рисунках показаны разные варианты простой бюджетной установки АА:

— общая конструкция антенны с "бородой" длиной 2 м **(рис. 3**,а);

— открытый вывод кабеля (рис. 3,б);

— крепление трубы к балкону (рис. 3,в).

ВНИМАНИЕ! Конструктивные сантехнические элементы изначально не соответствуют требованиям для конструкции антенн. Рекомендуется их подстраховка прочной верёвкой от падения с крыши.

Не следует делать корпус полностью закрытым и герметичным, поскольку в нём обязательно собирается конденсат. От него можно спастись отверстием диаметром не менее 5 мм в нижней части корпуса, которое надо закрыть тканью от насекомых. Снизу нужно оставить трубу открытой для вентиляции, а сверху достаточно обеспечить защиту от ливня. Надо предусмотреть простую сборку и разборку, лёгкий доступ, так как в начале эксплуатации АА придётся несколько раз скорректировать по размеру АЭ или даже поменять антенный усилитель (АУ).

Для первых опытов не стоит устанавливать ни кабельный дроссель, ни "бороду"-противовес. Кабель будет работать как противовес. Автономное питание от батареи (9 В) для начала даст уверенность отсечения системы от сети 230 В со своими помехами. Желательно и приёмник использовать с автономным питанием, но это не жёсткое условие.

Рис. 3

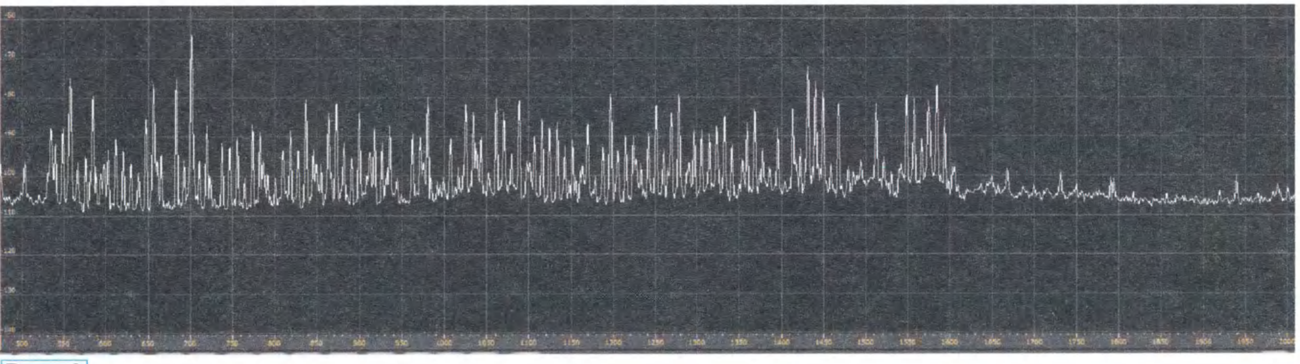


Рис. 4

а) в)

б) г)

д)

Рис. 5

Первое подключение АА к приёмнику должно вызвать заметный прирост шумового фона, и при размещении АА в свободном пространстве мы сразу заметим явное появление радиосигналов — это означает, что первый шаг сделан.

Оценка качества АА-000

Испытательная АА-000 по разным причинам имеет сравнительно большую входную ёмкость — около 9 пФ, но об этом позже. Ограниченная линейность не позволяет установить большой АЭ, и это вместе с входной ёмкостью ударит по приёму на КВ. Усиление по напряжению от АЭ до приёмника с указанным инжектором составляет скромно $K_у$ = 0,16. Однако это вполне достаточно для приёмников PL-660, PL-880 и аналогичных, а также для большинства SDR. На **рис. 4** показана эфирная обстановка в один из вечеров (21 ч по местному времени) в сентябре 2017 г. в диапазоне СВ и 160 м (0,47...2 МГц) при приёме SDR-приёмником Perseus (14 разрядов). Видно, что диапазон не пустует, прохождение было среднее, установлены сетевые фильтры по питанию.

С проволочной антенной большие участки этого диапазона завалены местными помехами, и приём совсем невозможен. АА была смонтирована на деревянной палке у окна балкона четвёртого этажа с выносом на 1 м от балкона, здание четырёхэтажное,

тогда крыша была ещё шиферная. Но и в 2022 г. на Южном Урале можно было принимать множество станций из дальних стран на ДВ и СВ, да и на 160 м оказалось, что есть жизнь.

Для правдивой оценки нужно отметить, что АА Е-поля может работать только там, где есть это Е-поле. Такую обстановку мы найдём на природе, на крыше, на балконах верхних этажей, но явно не в квартирах железобетонных зданий и крайне редко у окна на первом этаже высотного здания.

Импульсные помехи с размахом до 400 мВ на входе (короткие непериодические пики) в АА-000 не приводят к заметному изменению рабочих режимов транзисторов. При подаче двухтонального сигнала общим размахом 1400/300 мВ с частотами 1,9 и 2,1 МГц получился уровень интермодуляции третьего порядка — $IM_3 = -40/-76$ дБ [1, 2]. Однако уровень $IM_2 = -28/-42$ дБ не позволит использование АЭ размером более 30 см при размещении АА на крыше. Замеры сделаны с коаксиальным кабелем длиной 15 м с чисто резистивной нагрузкой 75 Ом. АА-000 работает на порядок чище, чем подлинная АА miniwhip. Конечно, она далеко не отвечает капризным запросам радиолюбителя, но она может выявить понятным и однозначным образом все местные проблемы.

Как показала практика, даже если новая антенна не особо устраивает, целесообразно её оставить на несколько дней и тестировать в разное время суток, при разном прохождении, при разных обстоятельствах по помехам, а затем составить более комплексную оценку по качеству для составления новых планов.

Обстановка в эфире

Схемотехнику АУ следует выбирать с учётом суммы сигналов и помех. Существует метод составления схемы по статистике векторов и сигналов. Это — классика и хорошо подходит для узкополосных систем с мягкой передаточной характеристикой. Но когда мы переходим к широкополосным системам и оцифровке непосредственно антенного сигнала, надеяться на "среднюю температуру в больнице" не стоит. Любое превышение кодового пространства АЦП приводит к тяжёлым последствиям в последующем процессе обработки. Поэтому весь тракт до АЦП должен быть готов для переработок и полного пикового размаха суммы из сигналов и помех. А обработка с применением законов статистики и векторов происходит уже после АЦП.

Ионосфера земли настолько сильно меняется в течение года и суток, что годовая сигнальная динамика на длинных проволочных антеннах легко достигает 120 дБ. Некоторые экспедиции в южном полушарии Земли наблюдали до 140 дБ реальной динамики сигналов, когда помех совсем нет и задействованы огромные антенны для работы на отдельный дальний континент. Если это формально пересчитать на АЭ длиной 1 м в нерезонансном режиме, то его сигнальная динамика будет около 100 дБ. Это надо предусмотреть при разработке схемотехники линейных АУ на профессиональном уровне, но не менее 80 дБ в любом случае.

Мощный импульсный спектр атмосферных процессов до частоты 1 МГц не должен вывести АУ из равновесия рабочих режимов, чтобы этот НЧ-спектр не обогатился гармониками в области КВ или через механизм интермодуляции не накладывался бы на КВ-сигналы. Хорошая АА при летней общей грозовой обстановке обеспечит надёжный чистый приём на КВ, и на экране SDR мы не увидим интермодуляционные размазанные следы грозовых помех на КВ-диапазонах, их там фактически нет от природы.

Домашние импульсные помехи

При домашней обстановке выходного дня в многоквартирном доме были зафиксированы импульсные сигналы с помощью АА-000, установленной над балконом. АЭ был длиной 20 см, из приёмной системы убраны все фильтры от импульсных помех. Для наглядности я выбрал только события с большой амплитудой. Сигнал, который выдаёт моя дрель при выключении, показан на **рис. 5**,а. Сигнал, показанный на рис. 5,б, появляется при отключении привода стиральной машины соседей, она ещё с механическим управлением. Эти сигналы слышно на всех частотах, вплоть до 20 МГц. А вот так холодильник у соседей включается (рис. 5,в).... и выключается (рис. 5,г).

Импульс (рис. 5,д) несколько раз в час наблюдается круглосуточно, он — мощный и низкочастотный, а его источник я не смог определить. Вероятно, это от мощного оборудования местного горного предприятия (мощность — 8 МВт). В среднем за минуту в моём четырёхэтажном доме таких мощных "событий" наблюдалось до 20.

Чтобы домашние помехи не испортили приём, АА должна быть в состоянии их линейно передавать, как это делает любая "железная" антенна. Поэтому схему АА нужно сконструировать с запасом на несколько сотен милливольт входного сигнала, при этом оставив искажения на уровне менее −40 дБ. Местные радиолюбительские станции и диспетчерские службы также могут создать на АА подобные напряжения, и это не должно повлиять на приём слабых сигналов на других частотах.

Сравнение АА с проволочной антенной

Рано или поздно дело доходит до сравнения антенн. Чтобы не делать преждевременные и неверные выводы, надо сначала понять различия у своих антенн. Нужно определиться, что хотим понять, сравнивая преднамеренно "яблоки с грушами".

Во-первых, простые вертикальные АА имеют круговую горизонтальную ДН, а проволочные антенны могут иметь явно выраженные преимущественные направления, к тому же и глубокие минимумы в ДН. Не всегда отсутствие приёма у проволочной антенны стоит понимать как её плохую работу или приписывать АА мистические сверхспособности. Также антенны принимают разную поляризацию, могут коренным образом отличаться и по этой причине. К примеру, на диапазоне 80 метров радиолюбительские сигналы своего региона в основном идут с горизонтальной поляризацией и принимаются с ослаблением вертикальной АА. Можно делать поспешный вывод и забраковать АА. Но если охотиться за дальними сигналами с вертикальной поляризацией, ситуация будет в пользу АА. Оценку работы антенн надо всегда привязать к тому, какое отношение С/(Ш+П) у них на выходе. И тут с АА намного больше свобод бороться с помехами, выбрав оптимальное место и способ установки, да ещё бывают и горизонтальные АА Е-поля, а ещё с электронным управлением ДН. Но пока останавливаемся на простой вертикальной АА.

У городского радиолюбителя уже считается счастьем, если можно закрепить небольшую проволочную антенну на соседней крыше или, лучше по помехам, — на ближайшем дереве. Спектры сигналов проволочной антенны длиной 10 м (**рис. 6**) и качественной АА (этот раз АА-1-0, позже следует её описание) — на **рис. 7** сняты в сентябре 2017 г. вечером в 21 ч, разница во времени — 1 мин. Они очень наглядно опишут городскую обстановку. Уровень собственного шума SDR-приёмника в широкополосном и скоростном режиме лежит на уровне −110 дБм (белая линия, полоса пропускания — 10 кГц). Проволочная антенна длиной 10 м висит на уровне подоконника четвёртого этажа перпендикулярно к зданию. Застройка города в основном четырёхэтажная, капитальная, 1960-х годов. Согласование осуществлено трансформатором 450/50 Ом к SDR-приёмнику Perseus. АА-1-0 установлена на высоте 2 м над балконом последнего этажа. АЭ имеет объёмную форму полушара-зонтика диаметром 20 см. Коэффициент передачи по напряжению от АЭ до входа SDR-приёмника — 0,5.

В целом проволочная антенна приносит больше энергии благодаря своему размеру и согласованию на КВ. По моим давним наблюдениям, на частотах 6...8 МГц она работает хорошо. Видимо, она работает в согласии окружающими зданиями. Но это уже всё хорошее (кроме малых затрат и забот), что можно об этой проволочной антенне сказать в городской ситуации.

На частотах менее 2 МГц горизонтальная проволочная антенна плохо ловит радиосигналы, потому что они в основном приходят с вертикальной поляризацией. К тому же растёт её импеданс, и на нагрузке 450 Ом она уже менее эффективна. Особенно на частотах ниже 1 МГц в условиях городского двора она ловит одни помехи, слабые сигналы в них тонут.

В то же время маленькая АА принимает радиосигналы на СДВ-ДВ-СВ с вертикальной поляризацией, не собирая при этом помехи со всего двора. Высокий импеданс АЭ поддерживается усилителем. Уровни смеси из сигналов и помех с обеих антенн, поступающие на приёмник, — одинаковые на ДВ-СВ,

РАДИОПРИЁМ
РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2022

но у активной антенны отношение С/Ш на 10...20 дБ лучше для полезных сигналов. А на частотах менее 100 кГц приём с проволочной антенны совсем никакой, одни помехи, а АА нормально ловит все межконтинентальные сигналы на СДВ.

лочная антенна обеспечивает хорошее отношение С/Ш и с большим суммарном уровнем. Но она помехи со всего двора ловит, видны "арки" шумового фона. Поэтому даже на частоте 15 МГц в городских условиях по критерию отношения С/(Ш+П) выиграет качественная АА-1-0.

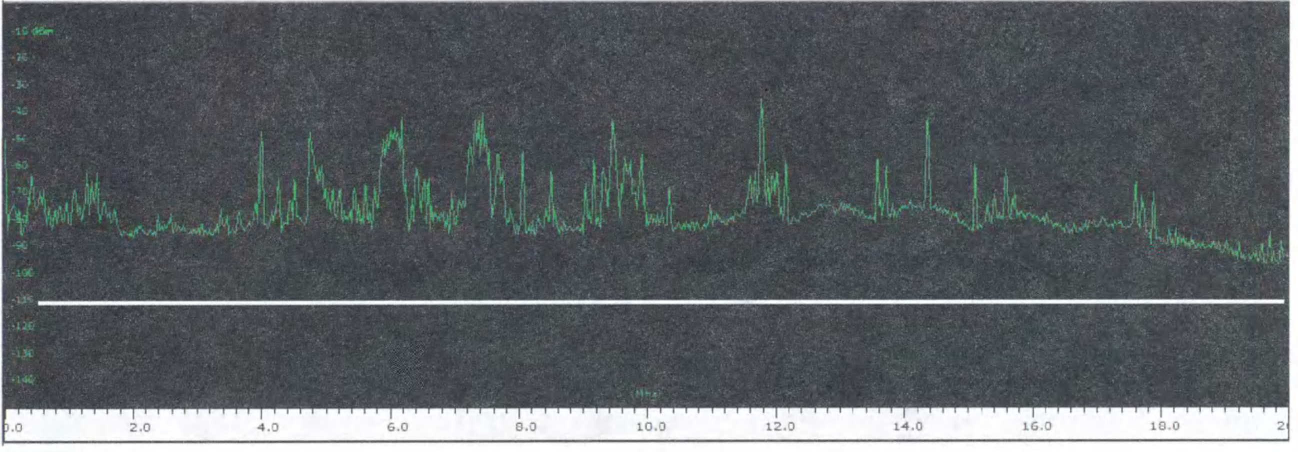



Рис. 6

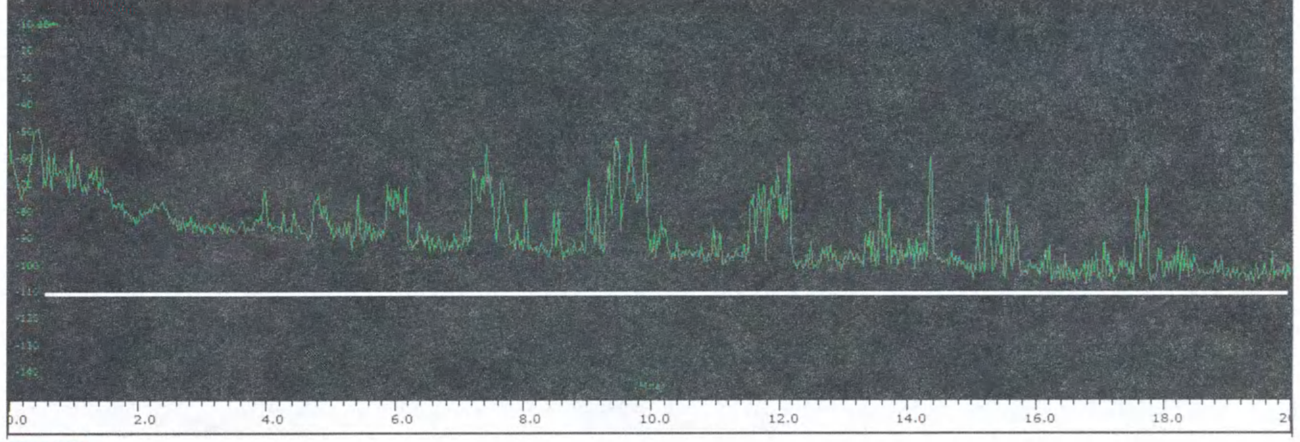


Рис. 7

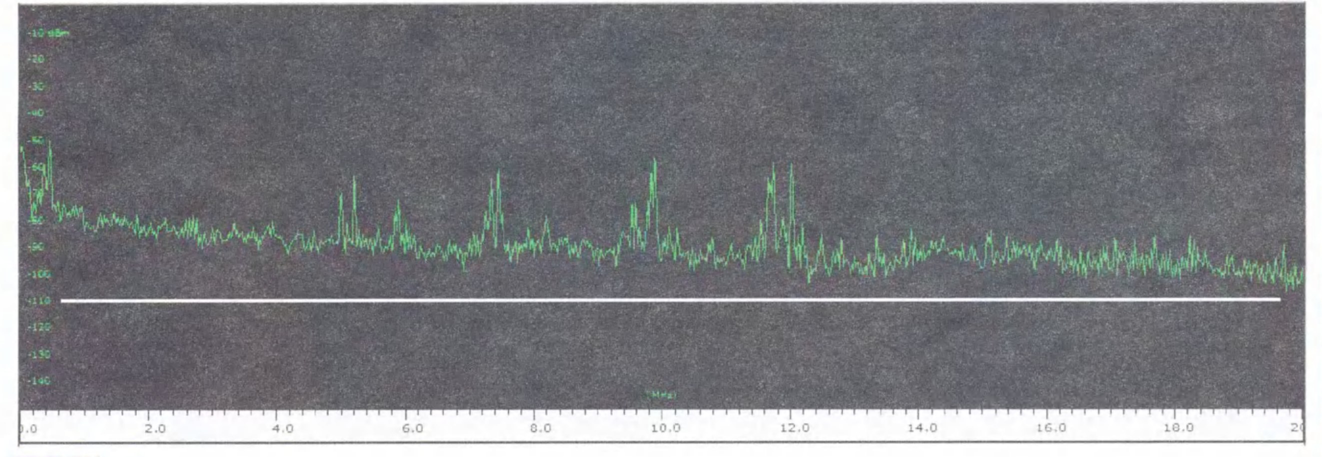


Рис. 8

результат на многих диапазонах. Но их установка в надёжном и безопасном исполнении является сложным и затратным мероприятием, не говоря уже о согласии соседей и организаций ЖКХ.

На частотах более 8 МГц увидим интересный момент. Использованная здесь качественная АА-1-0 обеспечивает приемлемое отношение С/Ш на высоких частотах. В то же время проволочная антенна обеспечивает хорошее отношение С/Ш и с большим суммарном уровнем. Но она помехи со всего двора ловит, видны "арки" шумового фона. Поэтому даже на частоте 15 МГц в городских условиях по критерию отношения С/(Ш+П) выиграет качественная АА-1-0.

Нужно отметить, что существует ряд известных проволочных антенн, которые и в городе дают приемлемый результат на многих диапазонах. Но их установка в надёжном и безопасном исполнении является сложным и затратным мероприятием, не говоря уже о согласии соседей и организаций ЖКХ.

Испытательная АА-000 на КВ работает похуже, шумит больше на частотах выше 7 МГц. Но это не меняет суть сравнения с ней. Эта же АА-1-0 в сентябре 2017 г. по утрам давала спектр сигналов,

показанный на **рис. 8**, в котором на ДВ-СВ помехи совсем небольшие, зато эфир на высокочастотных КВ-диапазонах уже "проснулся".

Насколько поможет разобраться с местными городскими помехами и со схемотехникой, это показывает утренний спектр (**рис. 9**) спустя полтора года, в мае 2019 г. К тому времени уже работала почти профессиональная АА-1-4 с метровым АЭ и реализован комплекс мероприятий по подавлению местных помех. По всему КВ-диапазону до частоты 30 МГц обеспечена высокая чувствительность. Поминутный максимум радиовещательных КВ-сигналов в вечернее время может доходить до уровня –20 дБ по этой шкале. Эта же АА-1-4 в апреле 2020 г. была установлена при DX-испытаниях у озера в Псковской области.

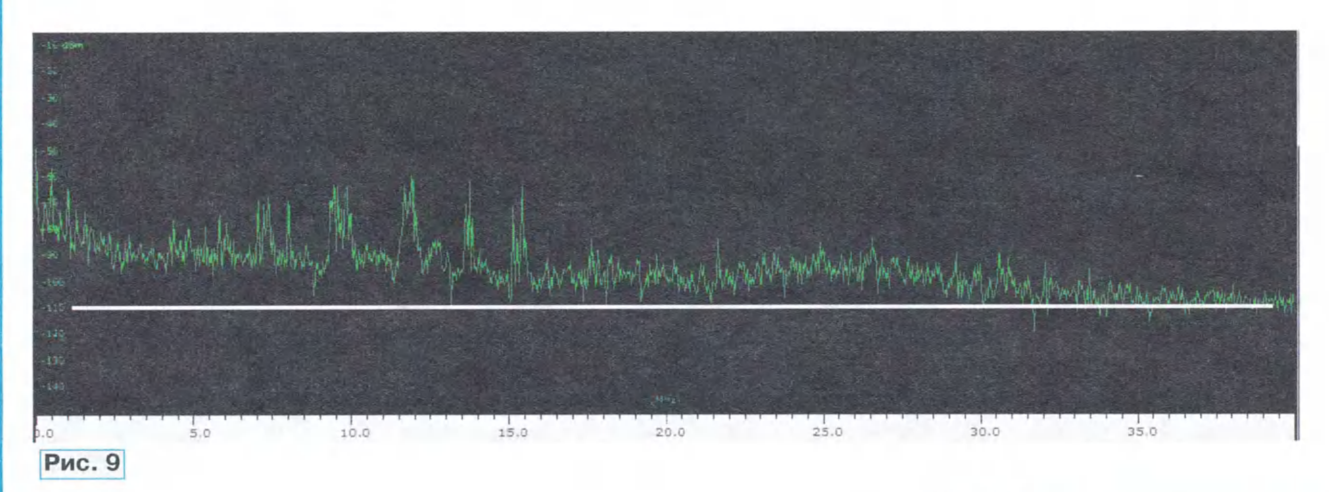


Рис. 9

Попадание домашних помех в приёмный тракт

Правильно установленная АА должна принимать только те сигналы и дальние помехи, которые в точке её установки имелись бы без присутствия этой АА. Это звучит банально, но именно в несоблюдении этого правила скрывается причина частого провала проектов с АА Е-поля, в отличие от рамочных антенн.

Уровень домашних помех за стенами дома стремительно убывает. Встречно растёт напряжённость Е-поля снаружи здания, и уже на расстоянии 2...3 м от стен возможен уверенный приём. На крыше с карманным приёмником в руках мы нашли якобы хорошую позицию для АА, но после её установки в этом выбранном месте последует глубокое разочарование. А что изменилось? Неужели все соседи переместили свои телевизоры, ЖКХ поменяло проводку в доме или поставили новый лифт с импульсным приводом? Всё это маловероятно. Главное изменение на крыше — это появление нашей новой АА, и искать причины нужно тут.

Помехи от источников внутри здания могут приниматься через АА по двум сценариям. Сильный источник помех (без фильтров и заземления) может сформировать огромную зону излучения вокруг здания, и тогда помехи почти неотличимы от дальних помех. В таком случае есть много вопросов к этому источнику помех. Вероятно, его правильное подключение к высоковольтной сети по правилам ТБ уже исправит ситуацию. К подобным источникам помех относятся, в том числе, вспомогательные насосы в ЖКХ при бюджетном их подключении. Лифты могут выдать помехи от ненадлежащего подключения частотных преобразователей. Также газовые колонки или вспомогательные газовые агрегаты отдельных домов и квартир могут создать подобные помехи. Некоторые интернет-провайдеры используют кабели недопустимо плохого качества или не заземляют его экран, что вызывает отчасти ужасные помехи по всему диапазону КВ и может даже быть причиной плохой работы самого Интернета.

Но чаще всего имеет место второй сценарий, когда наш новый, аккуратно проложенный дорогой ВЧ-кабель, соединяющий АА с приёмником и его кабелем питания 230 В, поймает все помехи внутри здания и доведёт их до АА. Всё это в совокупности работает как проволочная антенна, установленная в основном внутри здания и частично на улице.

На стыке от фидера к АУ, АЭ и пространству имеем резкий перепад по импедансу, это является местом излучения "набранных" из дома помех в пространство через АЭ и крайней части фидера. Получается, что мы навели порядок на крыше, а потом пришли на неё со своим мусором. Часть энергии приведённых на крышу помех попадает в АУ и дальше в приёмник. Получается всё по-научному, поэтому очень важна чистота в лаборатории и надо продолжить уборку, но теперь уже в своей хате.

Синфазный дроссель, он и кабельный

Чтобы по проводам не протекали ВЧ-токи, в электронных устройствах широко используют дроссели, чаще всего на линиях питания. Если поменять простой провод на кабель из нескольких отдельных проводов, то, по сути, ничего не меняется по подавлению ВЧ-токов, однако мы можем этими проводами между собой реализовать другие функции, такие как подачу питания или передачу сигнала. На **рис. 10** показан такой кабельный дроссель, он у меня служит для того, чтобы через кабель питания 230 В в измерительную систему чувствительного осциллографа (АЦП 14 разрядов) не попали ВЧ-токи в диапазоне частот 100 кГц...2 МГц. При этом переменный ток питания с частотой 50 Гц протекает через дроссель в двух разных направлениях, в итоге получается индуктивность, близкая к нулю.

Рис. 10



В качестве магнитопровода могут служить различные крупные ферритовые изделия от телевизоров прошлого века, важно, чтобы он был замкнутым. В этом случае блуждающие по помещению ВЧ-токи домашних помех не утекают через щуп и осциллограф в сеть 230 В и не попадают на входной усилитель, путь им отсечён. Можно улучшать обстановку в лаборатории ещё дросселями для лабораторного блока питания и других измерительных приборов. Так можно чистить радиоприёмную систему или современные УМЗЧ, работающие в режиме класса D и излучающие на СВ и КВ импульсные спектры ШИМ с существенными уровнями.

Чистка радиоприёмной системы

Всё ниже сказанное вполне применимо к системе с аналоговым приёмником, даже если он ламповый. В системе с SDR-приёмником и визуализацией сигналов в эфире требуется особая чистота, чтобы система не забивала саму себя помехами.

Тяжеловесом в спектре помех обычно оказывается импульсный БП для ноутбука. Кроме его замены на аналоговый БП, я ничего не предлагаю, доработка вряд ли даст результат. Но дело не только в этом БП. В самих ноутбуках из внешнего напряжения формируются все напряжения питания с помощью внутренних импульсных стабилизаторов. Даже в самых качественных ноутбуках не хватает фильтрации для чистки входной линии питания. Поэтому из низковольтного кабеля питания ноутбука следует сделать кабельный дроссель индуктивностью сотни микрогенри, намотанный на ферритовом кольцевом магнитопроводе M2000—M10000 или N87. На **рис. 11** слева показан дроссель на кольце диаметром 73 мм из феррита M2500HMC, изъятом из трансформатора 220В/11В для галогенных ламп.

Существенно снизить неприятные широкополосные помехи от ноутбука поможет дроссель на USB-кабеле, подключённый к SDR-приёмнику (рис. 11 справа). По итогам это был самый сложный момент при "уборке", а проблема оказалась в самом кабеле. Скорость передачи данных по этому кабелю — большая, и кабельный дроссель не должен этому мешать из-за разницы в индуктивностях отдельных проводов в кабеле. С обычным кабелем, имеющимся в настоящее время в продаже, уже при индуктивности кабельного дросселя 200 мкГн нарушался поток данных от SDR-приёмника к ноутбуку. Только после поиска на складах неликвидов мне достался даром старый немецкий USB-кабель 1999 г. выпуска, который тогда гордо стоил 25 марок. Им я смог намотать дроссель индуктивностью 1800 мкГн, и помехи от ноутбука в спектре радиоприёма окончательно исчезли. Поэтому надо искать толстые и тяжёлые USB-кабели с медными проводами и плотной оплёткой, а ещё потребуются большие кольца из феррита M2000, M2500 или N87 диаметром не менее 100 мм.

Питание для АА следует подавать через трёхступенчатый синфазный фильтр, как это предлагается в схеме универсального инжектора (**рис. 12**). С небольшими доработками он пригоден для использования совместно с очень многими АА и широкой номенклатурой радиоприёмников. Но для начала стоило

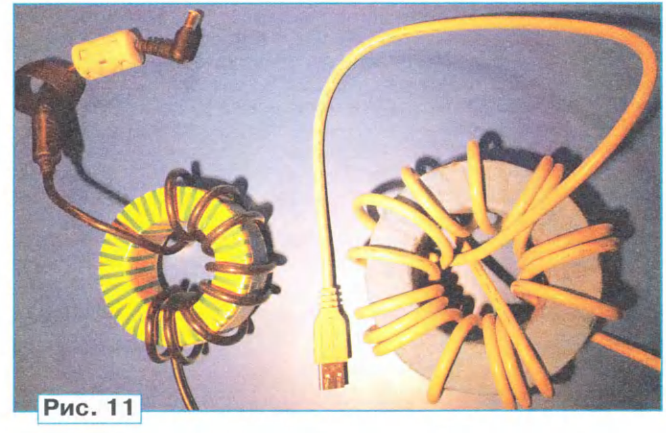


Рис. 11

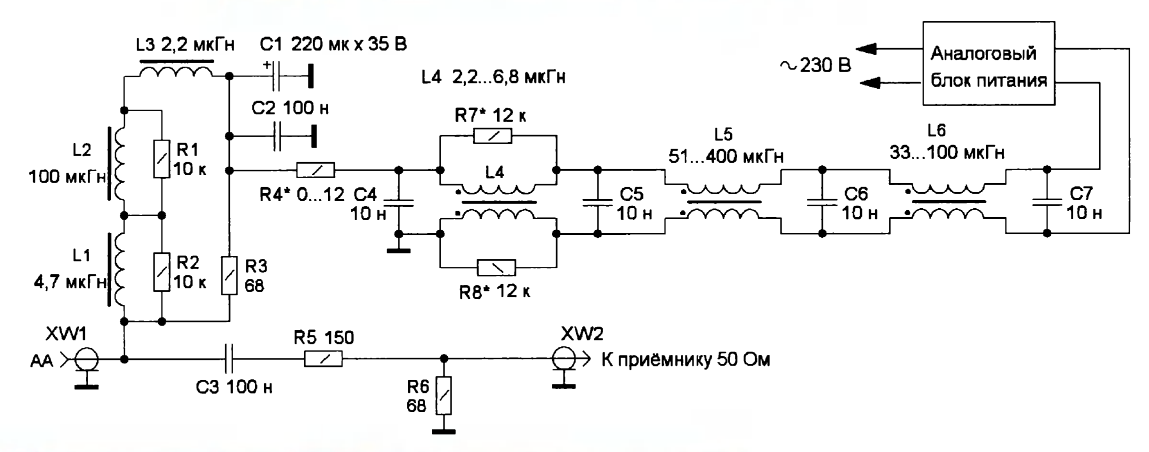


Рис. 12

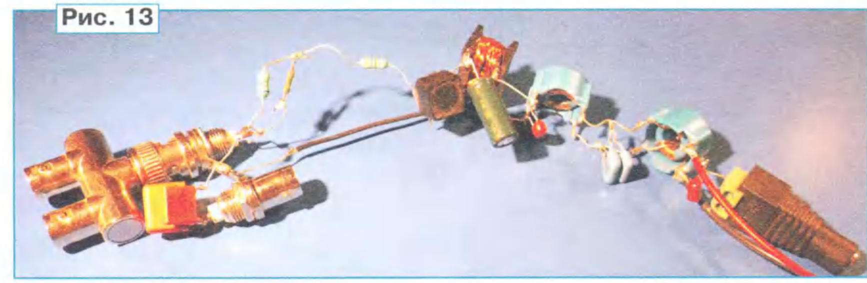


Рис. 13

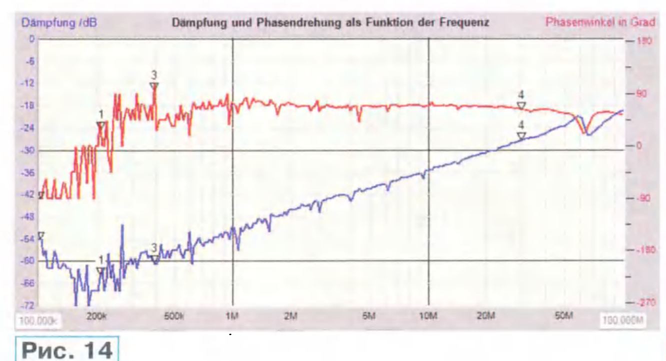


Рис. 14

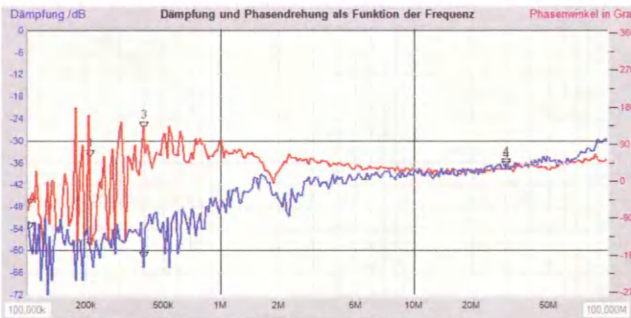


Рис. 15

бы собрать этот инжектор по образцу на **рис. 13**, это был мой первый "временный" и, конечно, долго служивший инжектор. После положительного опыта с разными компонентами можно изготовить печатную плату и корпус, использовать минимум металла в конструкции.

Принципиально важным моментом является применение аналогового БП, который не вырабатывает вредное ВЧ-излучение. К нему нет особых требований, кроме соответствия по напряжению и току к применяемой АА. Необходимая стабилизация обеспечена при использовании стандартных стабилизаторов серии 78xx или x317.

R7 и R8 не установлены. Конденсаторы C4—C7 подобраны индивидуально по признаку улучшения АЧХ. Красивая синяя наклонная линия — не очень хороший результат. У "магазинных" синфазных дросселей проблема состоит в идентичности их марки феррита, от чего получается просто дублирующий наклон от каждого дросселя к высоким частотам. Но другие синфазные дроссели вряд ли найдутся на прилавках. А если заменить промышленный дроссель L4 самодельным с ВЧ-ферритом М600НН К12×9×8 (30 витков двухпроводной линии 2×0,3 мм, намотка — Z-образная) индуктивностью 280 мкГн и установить резисторы R7 = R8 = 12 кОм, не соответствовать по предельно допустимому току, индуктивность может от протекающего тока уменьшиться в разы. Самые мощные АА могут потреблять ток 150...200 мА. Остальные компоненты — в обычном исполнении не должны вызвать проблемы. И здесь нужно подобрать дроссели с разными ферритами. Это обеспечивается тем, что надо выбрать изделия с заявленной в документации высокой добротностью (серии EC24, CECL). Во избежание выбросов в суммарной АХЧ нужны сглаживающие резисторы R1 и R2, их номинал (3...10 кОм) не критичен.

Резистивный аттенюатор R3R5R6 с затуханием 10 дБ (в тракте 50 Ом) чаще

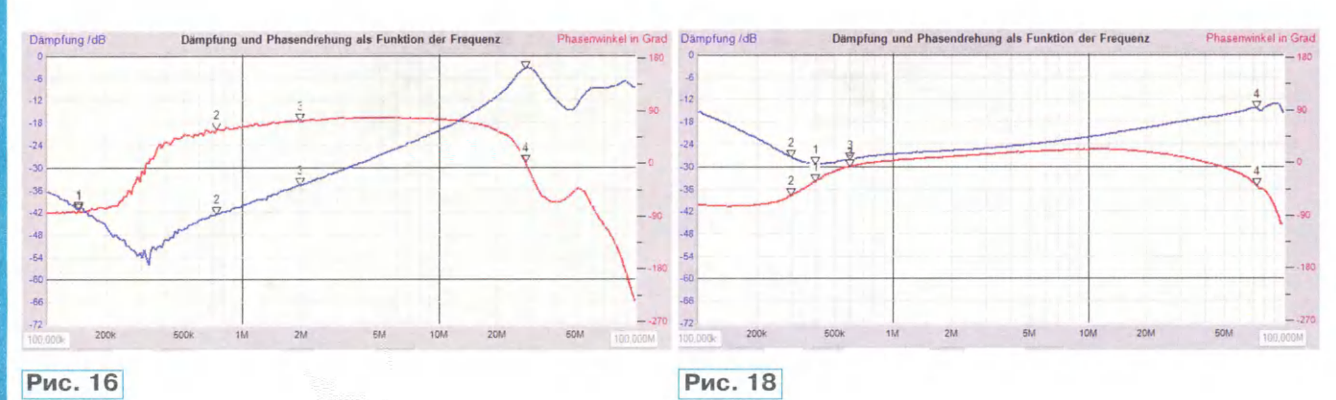


Рис. 16 **Рис. 18**

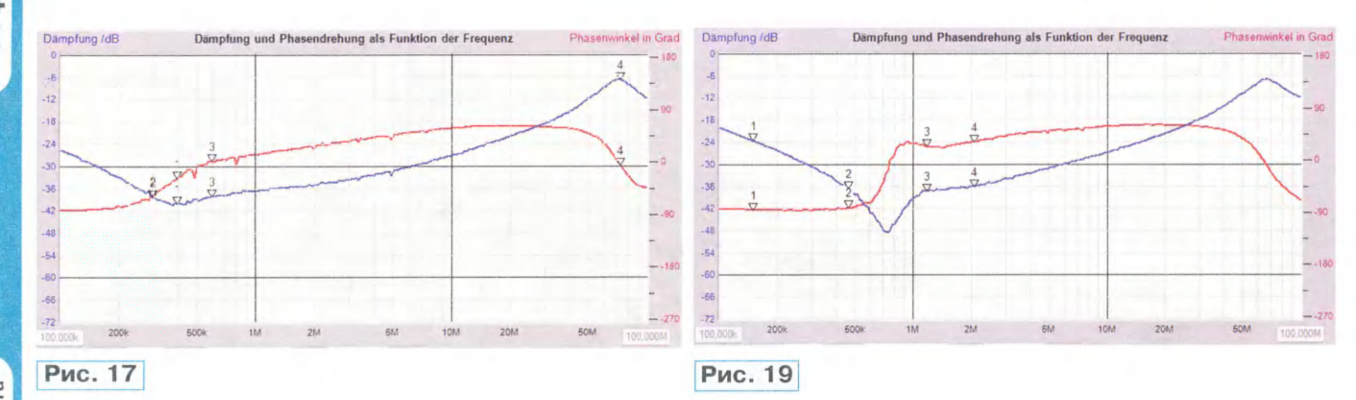


Рис. 17 **Рис. 19**

Синфазные дроссели L4—L6 обеспечивают широкополосное подавление по ВЧ в сторону сети 230 В. При их выборе надо проверить направление обмоток. Если подключить RLC-метр к выводам на одной стороне и замкнуть выводы с другой, индуктивность должна быть близка к нулю, но реально получается 0,01...10 % от номинала изделия. Если получается четырёхкратное значение от номинала, имеем дело с двойным дросселем, и он нам не подходит. Каждая обмотка в отдельности имеет номинальную индуктивность.

Конденсаторы C4—C7 "обнулят" фазу после каждого дросселя, что устранит выбросы в АЧХ от взаимодействий дросселей при их неидеальном исполнении. На **рис. 14** показана АЧХ трёх дросселей серийного производства индуктивностью 100 мГн, 6,8 мГн и 0,4 мГн, включённых последовательно, получится АЧХ, показанная на **рис. 15**. То есть каскадирование дросселей осуществляется не просто по номиналам, а ещё по разным маркам ферритов. Поскольку дроссель на ферритовом кольце М600НН обладает лишней добротностью, нужно подобрать резисторы R7 и R8 для выравнивания АЧХ.

Элементы R4C1 устраняют НЧ-шум от стабилизатора напряжения в аналоговом БП. Это важно для приёма на диапазонах СДВ-ДВ-СВ, так как многие микросхемные стабилизаторы вырабатывают существенный шумовой спектр. Падение напряжения на R4 мало повлияет на работу большинства разработок АА. Конденсатор C2 блокирует ВЧ-помехи.

Дроссели L1—L3 с малым сопротивлением без проблем пропускают ток, потребляемый АА. Дроссель L3 требует особого внимания при подборе, поскольку малогабаритные изделия могут

всего даст больше пользы, чем повредит по отношению С/Ш, если работает качественная АА. Он снизит уровень шума от линии питания АА к приёмнику. Важно, что с ним можно скорректировать уровень шума от АУ и шумы спокойного эфира, чтобы они вызвали в приёмнике лёгкий подъём шумового фона на 3...6 дБ без сужения системного ДД. Если у приёмника есть свой входной резистивный аттенюатор, резисторы R3 и R6 можно не устанавливать, а на месте резистора R5 установить проволочную перемычку. Для карманных приёмников (PL-660 и подобные) рекомендуется R3 = 56...82 Ом, R5 = R6 = 220 Ом.

Стоит отметить, что и сам SDR-приёмник должен быть запитан из чистого источника питания, каскад из синфазных дросселей решит все проблемы. Можно совместить питание SDR и АА.

Практически любая АА может полноценно работать в стационарных условиях только с фидерным синфазным дросселем для окончательной отсечки АА от притока домашних помех. Сразу разобью надежду, что с помощью ферритовых защёлок можно решить эту задачу. Они погоду делают на частотах более 50 МГц, а созданная ими индуктивность получается не более 0,5...3 мкГн в зависимости от их габаритов. Если вблизи АА находится мощная УКВ-станция, то прямо у печатной платы АУ такая защёлка может снизить вредоносный уровень УКВ-наводок, но в ущерб приёму на частотах более 20 МГц.

стоял один треск. Также существенно прочистился приём радиовещательных станций в диапазоне 200...800 кГц. Этот же одиночный магнитопровод и 11 витков кабеля дадут индуктивность 1,5 мкГн, что обеспечит максимальное подавление от 300 кГц к 400 кГц (**рис. 17**). Уменьшение числа витков кабеля до шести не приводит к изменению частоты максимального подавления, но само подавление будет меньше (**рис. 18**). Получается так, что число витков определяет в первую очередь глубину подавления, но мало влияет на частоту максимального подавления.

Кольцо из феррита N87 типоразмера К60×38×23 и Z-обмоткой с 17 витками

ВЧ-феррит М1000НН не надо путать с 1000НМ, это уже настоящая керамика без электрической проводимости. Оптимальная частота для дросселя одним плоским кольцом будет около 8 МГц, минимум не особо острый, но эффективное подавление в диапазоне 5...50 МГц. На двух сложенных кольцах К100×60×15 и 12 витков получается АЧХ дросселя, показанная на **рис. 22**, минимум сместился к частоте 6,5 МГц, и этот дроссель ниже 1 МГц практически не работает. Я установил для своей АА дроссель (12 витков) из четырёх колец К100×60×15, чем на средних КВ-диапазонах прекрасно чистился приём от домашних помех.

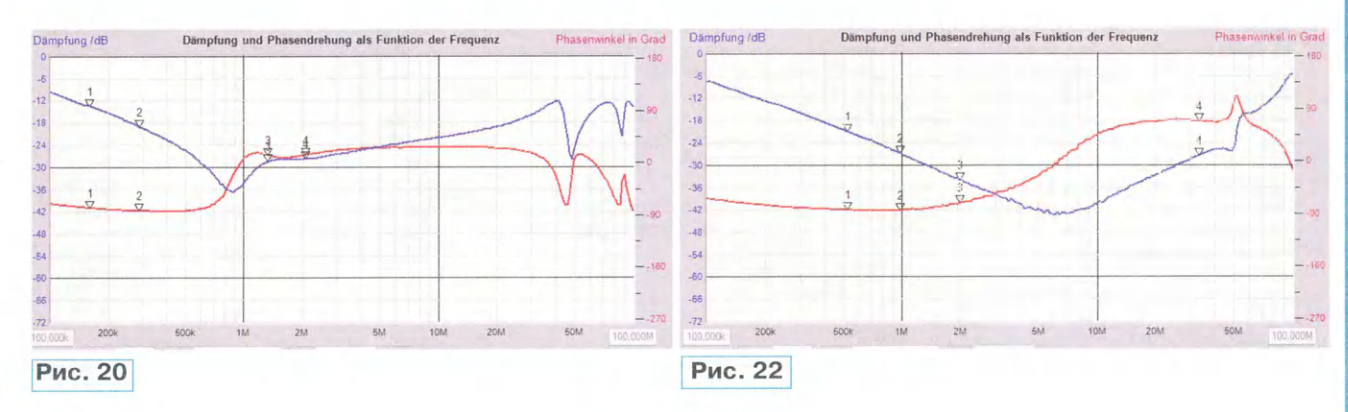


Рис. 20

Рис. 22

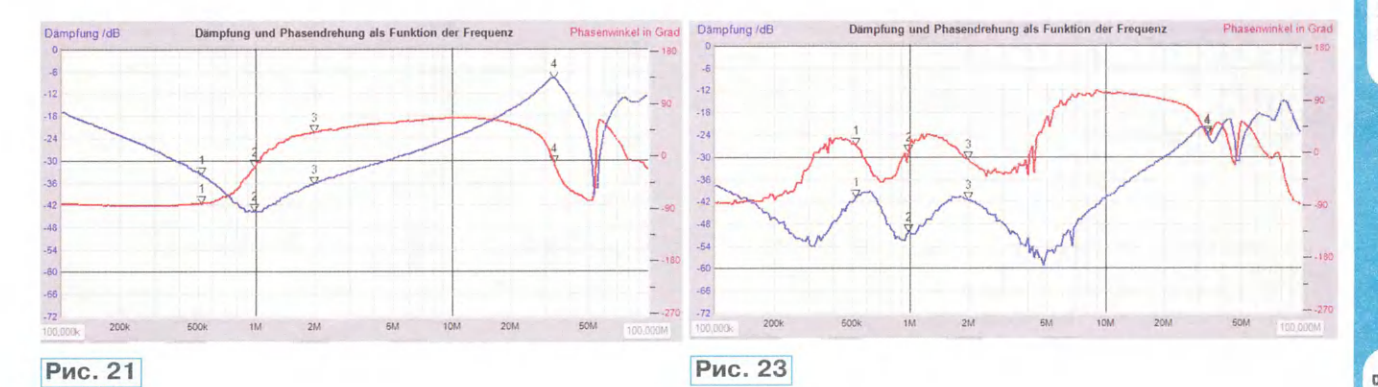


Рис. 21

Рис. 23

Так как придётся намотать коаксиальный кабель, для этой задачи рекомендуется использовать ферритовые кольца диаметром не менее 60 мм и высотой не менее 25 мм. Для снижения ёмкостного эффекта НЧ-ферритов рекомендуется намотать на кольца толстый слой (0,5 мм и более) изоляционной ПВХ-ленты. Заодно это обеспечит механическую защиту хрупкому ферриту и не пропустит влагу.

Ферриты с проницаемостью более 10000 хорошо подавляют помехи на ДВ и нижней части СВ. Для примера на **рис. 16** показана АЧХ дросселя, намотанного кабелем RG-174 (20 витков) на двух сложенных кольцах типоразмера 65×38×25. Индуктивность дросселя — 10 мГн.

После установки такого дросселя у городской АА на частоте 450 кГц стали слышны SSB-сигналы энергетической службы региона. Ранее на этих частотах

даст индуктивность 1500 мкГн, а АЧХ показана на **рис. 19**. Два кольца из того же феррита типоразмера К100×60×12 и Z-образной намоткой восемь витков дают индуктивность на 430 мкГн и АЧХ, показанную на **рис. 20**.

Как ранее отмечено, переход на большой диаметр и меньшее сечение сдвигает частоту максимального подавления вверх. Собственный резонанс смещён ближе к частотам 800...900 кГц, и подавление на ДВ пропадает. Нужно отметить, что феррит N87 хорошо подавляет помехи до частоты 10 МГц.

Два кольца из феррита М2000НМ типоразмера К125×80×12 с Z-обмоткой и 17 витками дают индуктивность дросселя 1000 мкГн и АЧХ, показанную на **рис. 21**. Здесь видно, что феррит М2000 на частоте 10...20 МГц уступает ферриту N87, но на частоте 5 МГц работает не хуже.

Оптимальная частота дросселя ферритом М400НН К125×80×15 находится на частоте 23 МГц (кабелем RG58). Такой дроссель решит все проблемы на высокочастотных КВ-диапазонах. Для этого обязательно надо применить Z-образную обмотку, чтобы получить подавление до 150 МГц. Этот дроссель надо установить прямо у выхода кабеля из пластмассовой трубы АА.

Выводы и рекомендации

Кабель для кабельного дросселя должен быть гибким, качественным, с медными проводниками и плотной оплёткой. Подходит кабель RG58, а лучше RG174. Это обеспечит даже при большой индуктивности ровную АЧХ, вплоть до частоты 30 МГц для передачи сигналов. Дроссель на ферритовом кольце с той же проницае-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

мостью, но с меньшим сечением и большим диаметром имеет более высокую собственную частоту резонанса.

На том же феррите частота лучшего подавления почти не зависит от числа витков, но с их увеличением растёт само подавление. Уменьшить частоту лучшего подавления на 20...30 % можно, применив для дросселя два кольца.

На антенный фидер можно установить комбинацию из кабельных дросселей и обеспечить широкий диапазон с требуемым подавлением. На **рис. 23** показана АЧХ трёх дросселей на антенном фидере без применения феррита М400НН.

Практика установки качественных АА показала, что оптимальное место установки кабельного дросселя находится там, где фидер покидает строительную конструкцию здания и переходит в пластмассовую трубу короткой мачты от АА. Расстояние к строительной конструкции должно быть не менее 10 см, желательно 20 см.

Древнее правило заземления антенны или антенно-фидерного устройства в целом при грозовой обстановке и прекращение непосредственной работы оператора действует и сегодня. Идеально бы совместить молниеотвод с ВЧ-заземлением, тогда кабельный дроссель на фидере вряд ли нужен. Но это не про наши многоквартирные дома, это про мачту рядом с домом и подземный кабель между ними. Отметим, что строго запрещается использовать газовые трубы для иных целей, также использование труб отопления и водоснабжения носит определённый риск при сервисных работах и возникновении аварий.

После первых опытов с испытательной АА-000 и уборки территории от помех вы начинаете замечать разные недостатки этой АА. Это, в первую очередь, слабый приём на КВ. Хороший приём на КВ — это, наверно, самый трудно достигаемый параметр для АА. Дело не просто в замене транзистора или смене режима работы. Тут нужен комплекс из многих отдельных технических решений. Чтобы сделать большой шаг вперёд, надо всё-таки поменять схему АА. Вопрос такой: какие качества АА нужны в эксплуатации? Для этого стоит немного продолжать и работать с испытательной АА-000, понимать все её пределы и ограничения, разобраться со своими пожеланиями, экспериментировать с кабельными дросселями, наводить порядок "во дворе". За это время мы доберёмся до создания более качественных АУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков А.** Методика измерения IP2 и IP3 двухтонального сигнала. — URL: **http://advantex.ru/HTML_Papers/Intermod_IPx_Article/main.html** (02.02.22).

2. Основные параметры компонентов РЧ блоков. — URL: **http://radist.su/parameters/param-ip3.htm** (02.02.22).

Измеритель тангенса угла потерь конденсаторов

А. СТАРОВЕРОВ, г. Вологда

Существует большое число различных вариантов измерителей эквивалентного последовательного сопротивления конденсаторов, однако автору не удалось найти конструкции для измерения тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) конденсаторов. Разработанный вариант измерителя вполне сопоставим по параметрам с промышленными аналогами. К недостаткам устройства следует отнести некоторую сложность схемы и трудоёмкость налаживания.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . .7...15
Ток потребления, мА, не более 50
Частота измерения, кГц 1
Пределы ёмкости измеряемого конденсатора
нижний, нФ . . . . .1...5
верхний, мкФ . . . . .5...10
Интервал измерения, tgδ . . .0,001...0,5
Погрешность измерения, %
в интервале 0,001...0,1, не более 2
в интервале 0,1...0,5, не более 5

Тангенс угла диэлектрических потерь характеризует потери в диэлектрике реального конденсатора, в котором разность фаз между напряжением и током меньше 90 градусов на величину угла δ. При малых потерях для анализа применяют последовательную схему замещения реального конденсатора, в которой идеальный конденсатор C включён последовательно с сопротивлением r. В этом случае tgδ=2πfrC, где f — частота. Чаще всего tgδ для конденсаторов нормируется на частоте 1 кГц. Из курса математики известно, что тангенс малого угла примерно равен самому углу, измеренному в радианах. Соответствующие сопоставления значений вместе с погрешностями представлены в **таблице**.

Автор использовал структурную схему измерения, представленную на **рис. 1**. G1 — генератор, A1 — усилитель низкой частоты, A2 — блок сравнения амплитуды, A3 — блок измерения фазы, A4 — блок индикации, $C_{обр}$ — образцовый конденсатор, C_x — измеряемый конденсатор. При равенстве амплитуд на конденсаторах tgδ будет пропорционален величине сдвига фаз между напряжениями на образцовом и измеряемом конденсаторах. При этом tgδ образцового конденсатора должен быть меньше нижнего предела измерения.

Принципиальная схема устройства представлена на **рис. 2**. Узел питания со стабилизированным выходным напряжением 5 В собран на элементах GB1, DA2, C4. Светодиод HL1 сигнализирует о включении питания, а светодиод HL2 — о разрядке батареи. На элементах L1, C2, VT1, VT2, R5 реализован генератор синусоидального сигнала, частота которого равна 1 кГц. Усилитель низкой частоты собран по типовой схеме на микросхеме DA1, за исключением того, что ёмкость конденсатора C8 увеличена с 470 пФ до 3,3 нФ для ста-

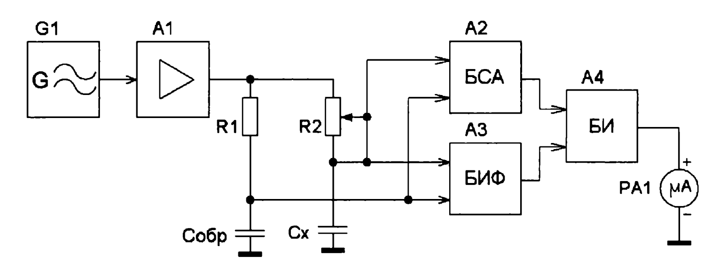


Рис. 1

tgδ	δ, радианы	δ, градусы	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
0,1	0,09966	5,71	0,00034	0,03
0,2	0,19739	11,3	0,00261	1,31
0,3	0,29146	16,7	0,00854	2,85
0,4	0,38051	21,8	0,01949	4,87
0,5	0,46365	26,6	0,03635	7,27

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

билизации уровня сигнала и исключён выходной разделительный конденсатор. Блок измерения фазы представлен компараторами DA3, DA4 и логическим элементом "исключающее ИЛИ" DD1.1. Блок сравнения амплитуды включает в себя два детектора на элементах C12—C15, VD2—VD5, повторитель на ОУ DA5 и вычитатель на ОУ DA6. Блок индикации состоит из кнопочного переключателя SB1 (одновременно и выключатель питания), кнопки SB2 и резисторов R24—R26.

Временные диаграммы, поясняющие работу измерителя, представлены на **рис. 3**. Синусоидальный сигнал с выхода усилителя DA1 поступает на измерительный мост, образованный резисторами R13, R14, R16, R19—R21, образцовым конденсатором C10 и измеряемым конденсатором, подключённым к щупам.

После выравнивания напряжений на конденсаторах измерительного моста и перевода устройства в режим измерения кнопкой SB2 через токоограничивающие резисторы R24—R26 подключается микроамперметр PA1. Ток через него прямо пропорционален углу сдвига фаз между напряжениями на образцовом и измеряемом конденсаторах.

Перед ответственными измерениями, а также после включения питания необходимо произвести установку нуля. Для этого надо перевести переключатель SB1 в положение "0,5", переключатель SA1 — в положение "Уст. 0" и замкнуть измерительные щупы. Переменными резисторами R16, R19—R21 надо установить положение стрелки на середину шкалы. Затем переводят устройство в режим измерения, нажав на кнопку SB2, а резисторами R16,

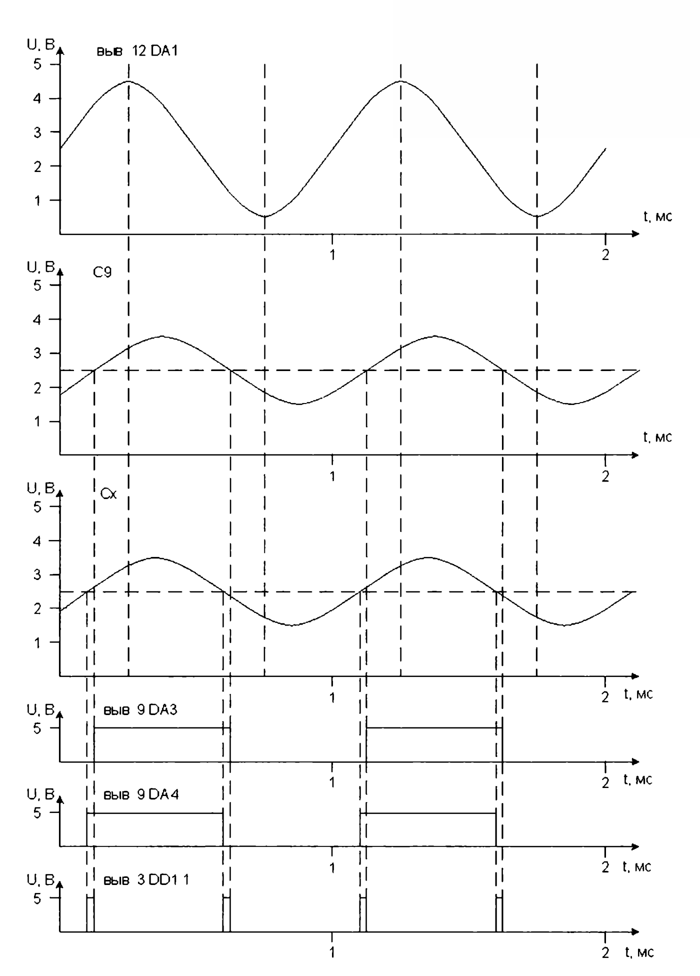


Рис. 3

R19—R21 устанавливают на шкале нулевое значение грубо. Затем переводят переключатель SB1 в положение "0,05" и устанавливают нулевое значение шкалы точно. Далее необходимо кнопкой SB2 переключить устройство в режим балансировки, резистором R29 установить стрелку точно на середину шкалы и переключатель SA1 перевести в положение "Измер.". Теперь можно приступать к измерениям.

Для измерения переключатель SB1 нужно установить на ожидаемый предел, конденсатор подключить к щупам, а резисторами R16, R19—R21 установить стрелку микроамперметра точно на середину шкалы. После нажатия на кнопку SB2 стрелка микроамперметра PA1 покажет измеряемое значение tgδ.

и диоды — маломощные кремниевые. Постоянные резисторы — МЛТ. Подстроечные резисторы — любые, подходящие по габаритам. Переменные резисторы R16, R19—R21 должны менять своё сопротивление от нуля. Сопротивления резисторов R9 и R10 должны быть как можно ближе, чтобы напряжение на выводе 4 микросхемы DA3 отличалось от половины напряжения питания не более чем на 50 мВ. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные конденсаторы — керамические или плёночные, за исключением конденсаторов C10 и C11, к которым предъявляются особые требования. Их tgδ должны быть равны как можно точнее и быть меньше 0,001. В случае невозможности подобрать эти конденсаторы, используя промышленный измеритель tgδ, можно использовать конденсаторы К78-12 (импортный аналог CBB81) соответствующего номинала. Измерительные провода должны быть снабжены зажимами типа "крокодил". Микроамперметр PA1 — с током полного отклонения 50 мкА и зеркальной шкалой.

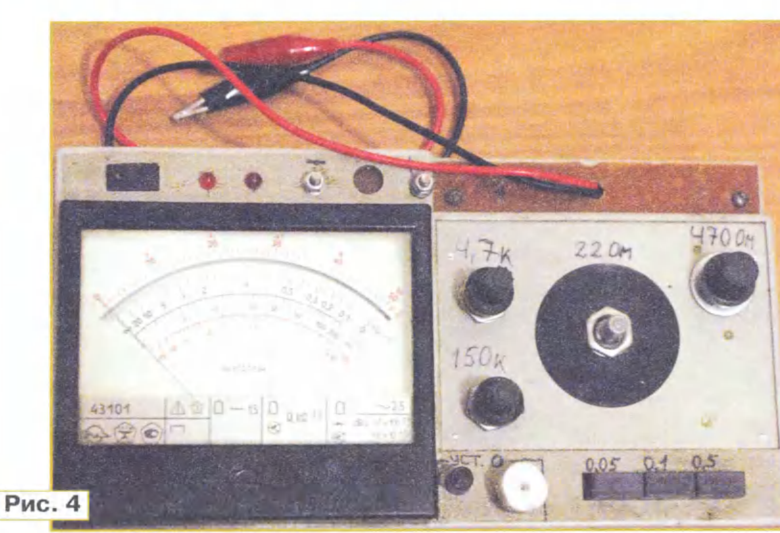


Рис. 4

В качестве микросхемы DA2 может быть использован любой интегральный стабилизатор на 5 В и максимальным током не менее 100 мА. Микросхема DA1 должна выдавать амплитуду переменного напряжения около 2 В при отсутствии видимых искажений на линейных участках синусоиды. DA3 и DA4 — любые прецизионные компараторы. DA5 и DA6 — ОУ с повышенным входным сопротивлением и без частотной коррекции. DD1 — любая КМОП-микросхема с элементами "исключающее ИЛИ" и напряжением питания 5 В. Транзисторы

К налаживанию устройства следует подойти тщательно, так как она существенным образом определяет точность измерения. Для этого потребуются источник питания с регулируемым напряжением 7...15 В и током не менее 0,1 А, осциллограф, частотомер до 2 кГц, цифровой вольтметр переменного тока с ценой деления 10 мВ и постоянного тока с ценой деления 1 мВ. Автор использовал мультиметр DT9208. Кроме того, с погрешностью не более 1 % необходимо измерить фактическую ёмкость конденсатора C11, трёх резисторов номиналами 75 Ом, 150 Ом и 620 Ом и определить погрешность частотомера на частоте 1 кГц. Автор для этого обращался в местный центр стандартизации и метрологии.

Налаживания проводят в следующей последовательности:

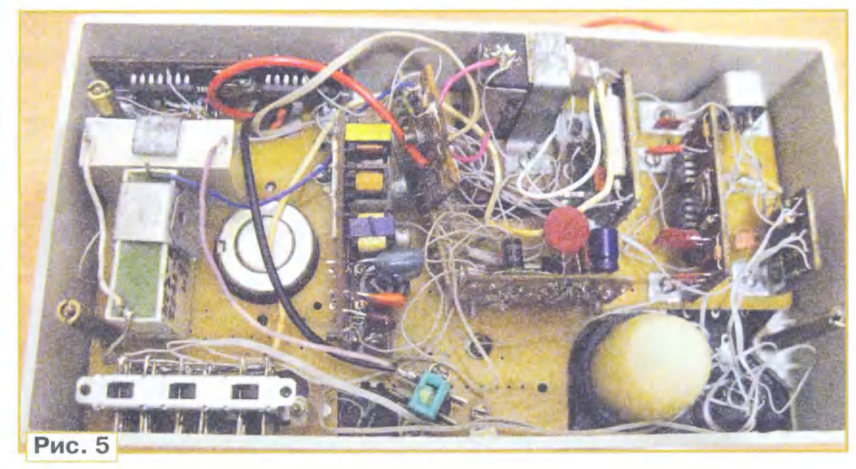
1. Разорвать цепь микроамперметра PA1. Подключив источник питания и меняя напряжение, подобрать резистор R4 так, чтобы светодиод HL2 загорался при снижении напряжения до 7 В.

2. Включить параллельно колебательному контуру L1C2 частотомер и, подбирая ёмкость конденсатора C2, как можно точнее установить частоту 1 кГц. Автор в качестве катушки L1 использовал три включённых последовательно дросселя индуктивностью 3...4 мГн от КЛЛ мощностью 5...10 Вт, а конденсатор C2 состоял из трёх параллельно включённых конденсаторов номиналами 1 мкФ, 0,68 мкФ и 0,1 мкФ.

3. Подключив осциллограф к выводу 12 микросхемы DA1, движком подстроечного резистора R3 установить амплитуду переменного напряжения около 2 В. Далее нужно подобрать сопротивление резистора R14 так, чтобы действующее значение напряжения на резисторе R14 было равно напряжению на конденсаторе C10 и лежало в интервале 0,9...1 В.

4. Переведя переключатель SA1 в положение "Измер." присоединяют к измерительным разъёмам конденсаторы ёмкостью 1 мкФ, 2,2 мкФ, 4,7 мкФ, 6,8 мкФ, 8,2 мкФ, 10 мкФ и выравнивают после каждого подключения напряжения резисторами R16, R19—R21. Надо найти конденсатор такой ёмкости, при которой действующее значение переменного напряжения на выводе микросхемы 12 DA1 снизится более чем на 10...20 мВ. Движок резистора R3 устанавливают так, чтобы напряжение на конденсаторе C10 находилось в интервале, указанном в предыдущем пункте, т. е. нужно добиться минимального снижения на выводе 12 DA1. Получившееся значение ёмкости, зависящее от конкретного экземпляра усилителя DA1, и будет являться верхней границей интервала измерения. У автора она получилась около 8 мкФ.

5. Соединить оба входа элемента DD1.1 с минусовой линией питания (можно не выпаивая из устройства) и цифровым вольтметром постоянного тока измерить напряжение на выводе 3 с точностью до 1 мВ (лучше до 0,1 мВ). Если напряжение равно нулю, резисторы R32 и R33 можно исключить, подключив "−" микроамперметра PA1 к минусовой линии питания. В противном случае необходимо подобрать резистор R32 так, чтобы обеспечить нулевой потенциал между выходом элемента DD1.1 и точкой соединения резисторов R32 и R33. После подбора надо отсоединить входы элемента DD1.1 от минусовой линии питания.


Рис. 5

6. Разорвать цепь резисторов R19—R21 и соединить выводы 3 микросхем DA3 и DA4 между собой. Далее, подключив к выводу 3 элемента DD1.1 цифровой вольтметр с ценой деления 1 мВ, установить резистором R15 нулевое напряжение. Если это не получается, можно попробовать заменить логический элемент другим из этой же микросхемы либо использовать другой экземпляр микросхемы.

7. Подключить цифровой вольтметр постоянного тока с ценой деления 10 мВ к выходу микросхемы DA6 и установить резистором R27 напряжение 2,4...2,6 В. Подключить микроамперметр PA1 и установить движок переменного резистора R29 в среднее положение. Затем, подбирая резистор R31, добиться установки стрелки микроамперметра на середину шкалы. Разомкнуть выводы 3 микросхем DA3 и DA4 и восстановить разорванную цепь R19—R21.

8. Резисторы R24—R26 заменить переменными с номиналами 33 кОм, 10 кОм и 2 кОм соответственно. Перевести переключатель SA1 в положение "Уст. 0" и, попеременно подключая к измерительным контактам XT1, XT2 резисторы 620 Ом, 150 Ом и 75 Ом, установить показания микроамперметра на каждом пределе измерения — "0,5", "0,1" и "0,05" соответственно. Например, если фактическая ёмкость конденсатора C11 — 105 нФ, а фактическое сопротивление резистора номиналом 75 Ом — 73,5 Ом, тогда $\mathrm{tg}\delta = 2\pi \cdot 1000 \cdot 73{,}5 \cdot 105 \cdot 10^{-9} = 0{,}0485$. Далее, вместо временно установленных переменных резисторов необходимо как можно точнее подобрать постоянные резисторы соответствующего сопротивления.

Осуществить поверку способом, отличным от указанного в п. 8, используя промышленный измеритель MS5308, не удалось, так как его показания колебались в 10 %-ом коридоре, а других приборов в доступности у автора не было. Например, у одного из конденсаторов tgδ менялся в интервале 0,14...0,16 в процессе измерения, а при измерении разработанным устройством показания стабильно держались на значении 0,17.

В заключение необходимо выяснить значение минимальной ёмкости измеряемого конденсатора, которое определяется входным током конкретного экземпляра микросхемы DA4. Для этого нужны конденсаторы К78-2 с номиналами 1 нФ, 2,2 нФ, 3,3 нФ, 4,7 нФ, 6,8 нФ, 8,2 нФ, 10 нФ, справочное значение tgδ которых менее 0,001. Включив устройство и установив ноль перед измерением, как описано выше, нужно последовательно от 10 нФ до 1 нФ измерять tgδ конденсаторов. Как только измеренное значение будет более 0,002, такая ёмкость и будет минимальной. У автора получилось около 3 нФ.

Устройство размещено в корпусе неисправного прибора Ц43101 с использованием от него микроамперметра с разметкой шкалы на 10 и 50 делений, а также кнопочного переключателя (**рис. 4**, **рис. 5**). ■

Вариант тестера варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В [1] приведено описание конструкции тестера варисторов, супрессоров и других высоковольтных приборов. Основа этого устройства — высоковольтный преобразователь напряжения для питания цилиндрической люминесцентной лампы от старого планшетного сканера формата А4. Однако такие сканеры не так широко распространены, как, например, старые LCD-мониторы, у которых для подсветки экрана использованы аналогичные лампы и для питания также применены высоковольтные преобразователи. Такой уже устаревший монитор может стать источником радиодеталей для изготовления одного из вариантов упомянутого выше тестера.

Во многих случаях в LCD-мониторах повышающие преобразователи для питания люминесцентных ламп собраны на основе микросхемы OZ960GN, OZL668GN [2] (и аналогичной) и двух транзисторных сборках P2103NGV или аналогичных, нагруженных на повышающий трансформатор. Каждая такая сборка содержит два сравнительно мощных полевых переключательных транзистора, один из которых — с n-каналом, а другой — с p-каналом [3]. Все элементы повышающих преобразователей размещены на печатной плате блока питания (**рис. 1**). Для изготовления тестера, в первую очередь, потребуются плоский повышающий импульсный трансформатор 1, высоковольтные керамические конденсаторы 2 ёмкостью 2200 пФ на напряжение 1—3 кВ и одна транзисторная сборка, которая расположена со стороны печатных проводников. Кроме того, могут пригодиться и другие элементы.

Рис. 1

Схема варианта тестера на основе этих электронных компонентов показана на **рис. 2**. На таймере DA1 собран задающий генератор прямоугольных импульсов, работающий на частоте около 20 кГц. Импульсы высокого напряжения выпрямляет

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

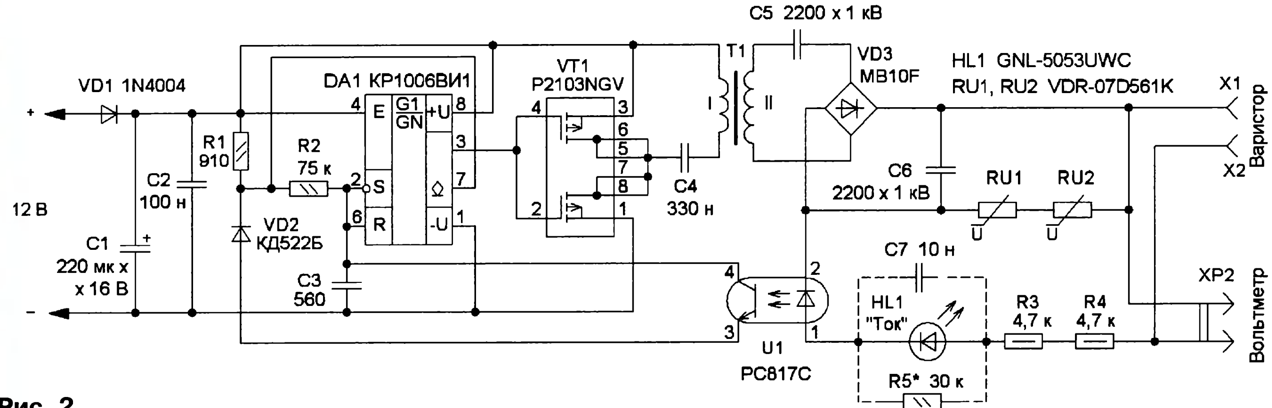


Рис. 2

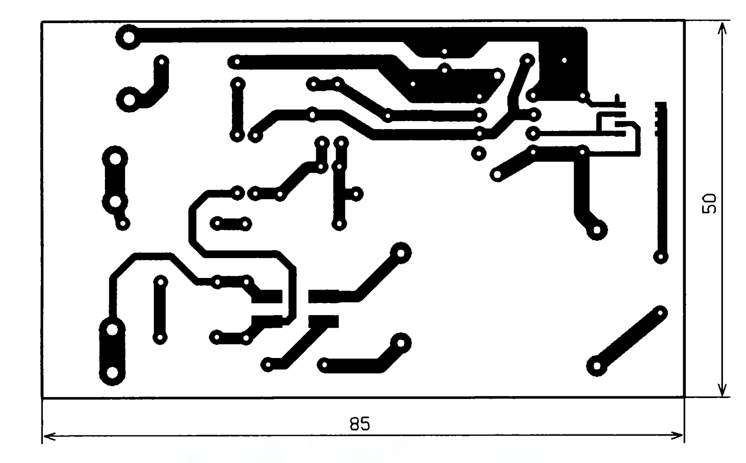
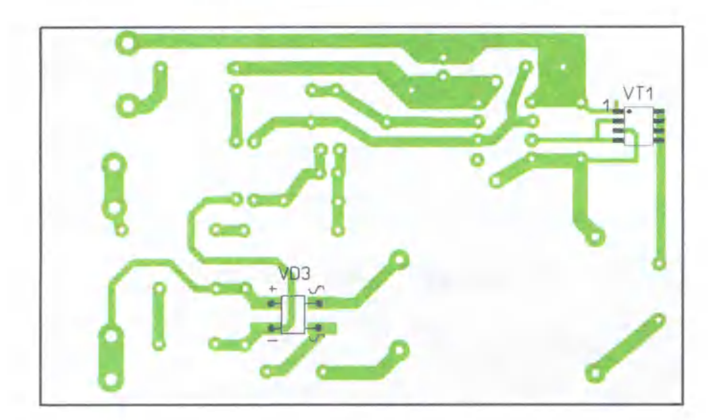
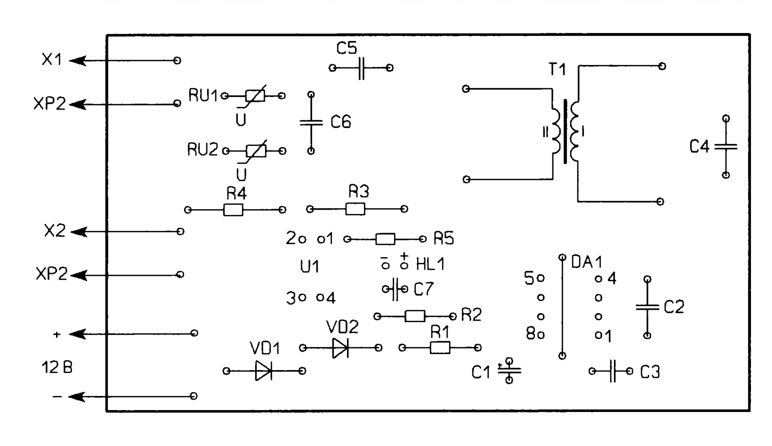


Рис. 3





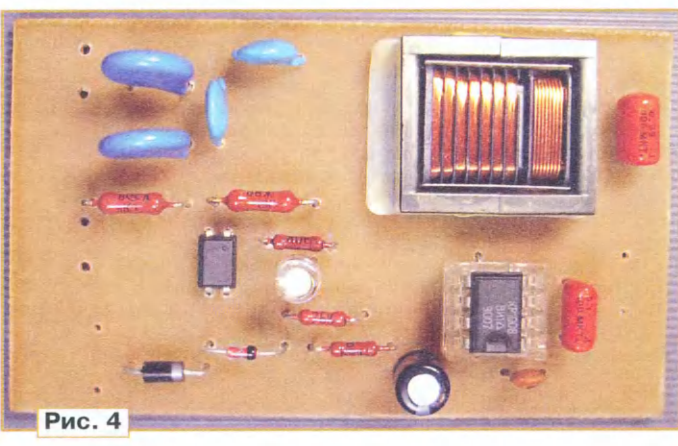
диодный мост VD3, конденсатор C6 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Балластный конденсатор C5 ограничивает выходной ток выпрямителя при возникновении аварийных ситуаций, например короткого замыкания. Варисторы RU1 и RU2 ограничивают выходное напряжение на уровне около 900 В. Светодиод HL1 индицирует протекание тока через проверяемый радиоэлемент, резисторы R3, R4 — токоограничивающие. Диод VD1 защищает устройство от неправильной полярности питающего напряжения, конденсаторы C1 и C2 — блокировочные.

Работает устройство так. К нему подключают проверяемый элемент, вольтметр и источник питания напряжением 12 В и допустимым током до 300 мА. Подают напряжение питания (можно применить кнопку с самовозвратом). Вольтметр покажет напряжение на выходе. Если проверяемый элемент тока не проводит, на выходе будет напряжение около 900 В, определяемое варисторами RU1 и RU2. В таком исходном состоянии зарядка конденсатора C3 осуществляется через резисторы R1 и R2, а разрядка — через резистор R2. В этом случае на первичную обмотку трансформатора T1 через разделительный конденсатор C4 поступают прямоугольные импульсы со скважностью около двух.

Если проверяемый элемент пропускает ток, он протекает также через резисторы R3, R4, излучающий диод оптрона U1 и светодиод HL1, яркость которого увеличивается. В этом случае фототранзистор оптрона начнёт проводить ток, и в результате конденсатор C3 будет разряжаться ещё и через него и диод VD2. Это приведёт к тому, что длительность импульса на первичной обмотке, а также напряжение на вторичной обмотке уменьшатся. Чем больше ток через излучающий диод оптрона, тем меньше длительность импульса на первичной обмотке трансформатора T1. В результате преобразователь работает как ограничитель тока, значение которого — около 0,3 мА. Этот ток будет протекать и через тестируемый радиоэлемент, а также в случае короткого замыкания на выходе тестера. Более подробно об этом сказано в [1].

Необходимо напомнить, что входное сопротивление вольтметра должно

быть не менее 10 МОм, желательно, чтобы он был с автоматическим выбором пределов измерения напряжения, иначе тестером будет пользоваться неудобно. Но даже малый ток, не более 100 мкА, протекающий через вольтметр, вызывает слабое свечение светодиода HL1. Чтобы устранить этот недостаток, параллельно светодиоду установлен резистор R5, подборкой которого можно добиться чуть заметного свечения при подключённом вольтметре. Установка конденсатора C7 может понадобиться для того, чтобы устранить слабое свечение светодиода при отсутствии вольтметра и проверяемого радиоэлемента. Без этого конденсатора прикосновение к контакту X2 вызывало слабое свечение светодиода. Обусловлено это наличием паразитных ёмкостей.


Рис. 4

Большинство элементов установлены на односторонней печатной плате толщиной 1...1,5 мм из фольгированного стеклотекстолита. Чертёж платы и размещение на ней элементов показаны на **рис. 3**. Диодный мост и транзисторная сборка установлены со стороны печатных проводников. Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор — К50-35 или импортный, конденсаторы C3, C7 — керамические, C2, C4 — плёночные, остальные — керамические на напряжение не менее 1000 В. Варисторы — маломощные, можно установить один или включить несколько последовательно, их суммарное классификационное напряжение и будет определять максимальное напряжение на выходе тестера. Можно применить транзисторную сборку IRF7309 [4], IRF7317, IRF7507, диод VD1 — любой выпрямительный или импульсный с допустимым прямым током не менее 300 мА, диод VD2 — серий КД521, КД522 или импортный 1N4148. Диодный мост VD3 должен быть рассчитан для выпрямления переменного напряжения 1000 В частотой несколько десятков килогерц. Применённый мост MB10F извлечён из неисправной светодиодной сетевой лампы.

Оптрон — транзисторный, подойдёт оптрон серий PC817, TLP621, причём коэффициент передачи тока должен быть не менее 100. Светодиод может быть любого свечения — сверхъяркий с максимальным допустимым током не менее 20 мА и большим углом излучения. Подойдут светодиоды серии GNL-5053xxx. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 4**. Поскольку таймер DA1 нагружен на затворы полевых транзисторов, он работает в облегчённом режиме и на его месте можно применить таймеры серий NE555, SA555 или аналогичные.

Без исследуемого прибора устройство потребляет ток около 150 мА, при этом транзисторная сборка и варисторы RU1 и RU2 заметно разогреваются, поэтому в таком режиме устройство не должно работать долго. Если при подключении исследуемого прибора выходное напряжение тестера уменьшается, уменьшится и потребляемый ток. Устройство работоспособно при напряжении питания 5...12 В. Конструкция устройства не отличается от описанной в [1], более подробный порядок пользования изложен там же.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Тестер варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц. — Радио, 2022, № 1, с. 17—21.

2. Схема инвертора подсветки LCD-панели с применением микросхемы OZL68GN. — URL: **http://radio-uchebnik.ru/shem/49-ivertory-zhk-i-monitorov/2330-skhema-invertora-na-mikroskheme-ozl68gn** (27.01.22).

3. P2103NGV. — URL: **https://html.alldatasheet.com/html-pdf/216513/ETC2/P2103NVG/97/1/P2103NVG.html** (27.01.22).

4. IRF7309. — URL: **https://html.alldatasheet.com/html-pdf/85451/IRF/IRF7309/46/1/IRF7309.html** (27.01.22).

***От редакции**. Чертёж печатной платы имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/test2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Управление устройством с помощью одной кнопки

И. ВАСИЛЕНКО, станица Каладжинская Краснодарского края

Довольно часто при изготовлении полезных бытовых устройств, например на основе микроконтроллеров, работающих от бытовой сети, требуется простое электронное управление в сочетании с минимальным потреблением электроэнергии в режиме ожидания, когда устройство не выключено. Электронный узел управления такими устройствами даже в режиме ожидания обычно требует хоть какого-то источника питания, к примеру, отдельного маломощного AC-DC преобразователя с гальванической развязкой от сети или не совсем безопасного, но максимально простого источника без гальванической развязки на балластном конденсаторе.

Предлагаемый вниманию читателей вариант построения схемы управления (**рисунок**) сочетает в себе несколько достоинств: лёгкость повторения, возможность применения распространённых деталей, которые найдутся в каждой радиомастерской, подключение к бытовой электросети и подача команд управления с помощью одной и той же кнопки. При этом обеспечиваются гальваническая изоляция от питающей сети и отсутствие потребления электроэнергии в выключенном состоянии.

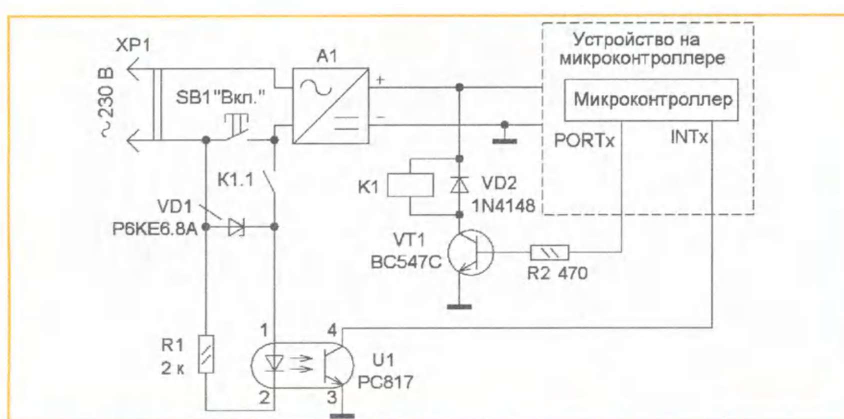
В исходном состоянии нормально-разомкнутые группы контактов кнопки SB1 и реле K1 обеспечивают отключение блока питания A1 от электросети 230 В. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 блок питания оказывается подключённым к сети и на питаемое им устройство, например, микроконтроллер, поступает напряжение. При этом микроконтроллер сразу после начала работы должен установить линию порта PORTx, управляющую транзистором VT1, в состояние лог. 1. Это приведёт к замыканию контактов реле и шунтированию кнопки SB1 цепью, состоящей из супрессора VD1,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2022

излучающего ИК-диода оптопары U1 и резистора R1, ограничивающего ток через ИК-диод. При таком шунтировании положительные полупериоды сетевого напряжения будут беспрепятственно проходить через супрессор VD1, а отрицательные — через ИК-диод оптопары U1. При этом супрессор VD1 во время отрицательных полупериодов сетевого напряжения будет ограничивать максимальное падение напряжения в цепи питания ИК-диода оптопары, пропуская через себя излишний ток, который потребляет блок питания A1 (устройство в целом). В таком состоянии устройство будет подключено к сети до тех пор, пока микроконтроллер не сбросит линию порта PORTx в состояние лог. 0.

Устройство работоспособно в широком интервале питающих напряжений электросети. Наиболее удачно оно сочетается с импульсными блоками питания, которые работают в большом интервале входного напряжения. Но и с обычными линейными трансформаторными блоками питания при минимальном напряжении ограничения супрессором VD1 также прекрасно работает.

В устройстве использованы детали, которые оказались доступными. К примеру, было использовано реле K1 с номинальным напряжением обмотки 5 В, которое удобно было запитать от линии питания микроконтроллера. Если выходное напряжение блока питания другое, надо применить реле с соответствующим номинальным напряжением



обмотки. Диод VD2 и транзистор VT1 — любые маломощные кремниевые. Супрессор VD1 должен быть однонаправленным (индекс "A" в конце наименования, а с индексом "CA" не подойдёт), напряжение ограничения следует выбирать как можно меньше, а максимально допустимые прямой ток и обратный ток в режиме ограничения должны быть не меньше тока, потребляемого блоком питания от электросети. Сопротивление резистора R1 должно быть таким, чтобы амплитуда тока через излучающий ИК-диод оптопары была не менее номинального значения. Кнопка SB1 должна быть с группой контактов, рассчитанных на коммутацию переменного напряжения не менее 250 В. Максимальный коммутируемый кнопкой ток должен соответствовать потребляемому току всем устройством, а в случае применения импульсного блока питания с запасом по току для возможных кратковременных бросков во время зарядки ёмкостей преобразователя в первичных цепях. Автором была применена кнопка с самовозвратом и со встроенным светодиодом подсветки, который можно подключить к цепи питания микроконтроллера дополнительной парой проводов, что позволяет наглядно индицировать состояние "Включено" или "Выключено". На схеме не показан резистор, который подтягивает коллектор транзистора оптопары к линии питания микроконтроллера. Этот резистор не нужен, если можно использовать подтягивающий резистор, встроенный в микроконтроллер.

Во включённом состоянии, если кнопка SB1 уже отпущена, на входе внешнего прерывания микроконтроллера INTx будут присутствовать импульсы с частотой питающей сети. С помощью этих сигналов можно постоянно сбрасывать внутренний программный таймер микроконтроллера. Если нажать на кнопку, импульсы прекратятся, что повлечёт за собой инкрементирование программного таймера. Итоговое значение программного таймера будет эквивалентно длительности удержания кнопки.

Дальнейшая программная обработка указанных событий и интервалов позволяет отслеживать состояние кнопки и управлять работой устройства так же, как и при использовании кнопки, обычно подключаемой напрямую к порту микроконтроллера. К примеру, при удержании кнопки в течение нескольких секунд можно сбрасывать линию порта PORTx в состояние лог. 0 (отключать устройство от сети), а при нажатии меньшей длительности можно управлять какими-нибудь внешними узлами, которые используются вашим устройством. Необходимо отметить, что кратковременного сброса линии порта PORTx в состояние лог. 0 может оказаться недостаточно для отключения устройства от сети по причине наличия заряженных конденсаторов на выходе блока питания. В таком случае будет происходить периодическое (цикличное) переподключение устройства к питающей сети. Поэтому управляющий сигнал лог. 0 во время отключения устройства должен удерживаться постоянно вплоть до разрядки конденсаторов блока питания.

Такой вариант управления был реализован в нескольких устройствах, которые работают несколько лет без каких-либо нареканий. К примеру, это мощный вентилятор с электронагревателями и электропечь с двумя ТЭНами. Причём блоки питания этих устройств разные, есть и импульсные, и обычные трансформаторные (линейные).

Защита по току на микросхеме ACS712

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Микросхема ACS712 представляет собой готовый высокоточный датчик тока, практически не требующий внешних элементов. Токоизмерительный элемент — датчик на основе эффекта Холла, встроенный в микросхему. Это позволяет измерять с высокой точностью большие значения как постоянного, так и переменного тока. Микросхема весьма популярна, её часто используют в различных измерительных приборах и отладочных модулях, в том числе для Arduino. Микросхему ACS712 выпускают в корпусе SOIC-8 в трёх версиях: ACS712ELCTR-30A, ACS712ELCTR-20A, ACS712ELCTR-5A. Максимальный измеряемый ток у этих микросхем 30 А, 20 А и 5 А соответственно.

Функциональная блок-схема ACS712 представлена на **рис. 1**, её типовое включение — на **рис. 2**.

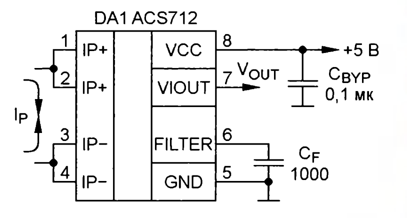


Рис. 2

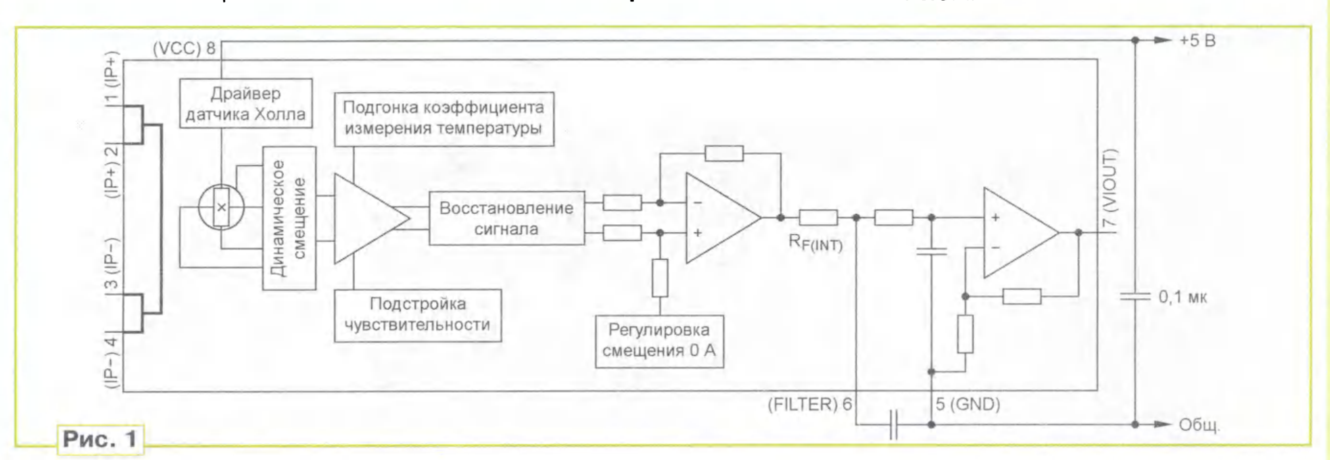


Рис. 1

Схема варианта защиты по току с использованием микросхемы ACS712 показана на **рис. 3**.

Устройство защиты на микросхеме ACS712 получается очень простым, его можно собрать из распространённых и доступных элементов. Силовой элемент — мощный p-канальный полевой транзистор VT1 (IRFH9310). На операционном усилителе DA2 (LM258) собран компаратор, на двух логических элементах 2И-НЕ — RS-триггер. Работает устройство так. В исходном состоянии на прямом выходе RS-триггера (выв. 11 DD1.1) установлен высокий уровень. Транзистор VT2 открыт, и через транзистор VT1 протекает ток. Напряжение на выходе датчика тока ACS712 (выв. 7 DA1) линейно зависит от протекающего через него тока. Для версии микросхемы ACS712ELCTR-30A напряжение на выходе определяется по формуле: 2,47 В + 66 мВ/А, для ACS712ELCTR-20A — 2,47 В + 100 мВ/А, для ACS712ELCTR-50A — 2,47 В + +185 мВ/А. Как только оно превысит установленный делителем R5R7 порог (в нашем случае он установлен на уровне 4,2 А), компаратор переключится и на его выходе установится низкий уровень. Это приведёт к переключению RS-триггера, на его прямом выходе (выв. 11 DD1.1) также установится низкий уровень. Транзистор VT2 закроется, что приведёт и к закрыванию силового ключа VT1. Нагрузка окажется обесточенной до тех пор, пока не будет нажата кнопка сброса триггера SB1.

Рис. 3

Вместо IRFH9310 (VT1) подойдёт любой другой силовой p-канальный полевой транзистор, удовлетворяющий следующим требованиям: напряжение сток—исток должно быть больше входного напряжения, максимальный ток канала должен быть больше измеряемого тока. Также очень важно, чтобы сопротивление открытого канала было минимальным, в пределах 2...10 мОм, это позволит избежать его перегрева при больших токах. Операционный усилитель можно заменить на любой другой общего назначения. Транзистор 2N7002 (VT2) — любой маломощный n-канальный.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Фитолампа с таймером

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Сегодня в окнах некоторых домов можно увидеть красные и синие огни. И это — не ёлочные гирлянды или праздничная иллюминация. Это — фитолампы, которые способствуют росту растений. О том, как сделать самодельную фитолампу, идёт рассказ в этой статье.

Фитоосвещение компенсирует растениям недостаток естественного света, необходимого для фотосинтеза и активного роста. Фитосветильники создают свечение в красной и синей частях спектра, которое способствует ускоренному развитию растений, бутонизации, цветению и плодоношению. Фитосветильники незаменимы в оранжереях и зимних садах, тепличных хозяйствах с круглогодичным циклом выращивания и при стеллажной культивации рассады. Светильники позволят выращивать овощи и цветы круглый год, повысить урожайность в зимний период. Энергоэффективные светодиодные светильники заметно сокращают нагрузку на электросеть и эксплуатационные затраты по сравнению с освещением лампами накаливания.



Рис. 1

Сегодня большое число предприятий выпускают светодиодные фитосветильники в различном конструктивном исполнении — светодиодные ленты, фонари и т. д., но во всех конструкциях, как правило, используется одно и то же соотношение цвета (спектра излучения) — на один синий светодиод приходится четыре красных (**рис. 1**). Спектр излучения в этом случае постоянен и не подлежит регулировке. А как известно из многих источников, например при выращивании рассады, достаточно одного лишь синего цвета. При цветении и завязи плодов достаточно одного красного цвета. А вот когда появились плоды, тогда можно использовать соотношение один к четырём, хотя различные виды растений требуют индивидуального подхода к выбору спектра освещения, но для этого требуются экспериментальные исследования. Из всего вышесказанного можно сделать вывод: нужен светильник с раздельной регулировкой количества цвета, что позволяет установить нужный спектр излучения на различных этапах роста растений, а также проводить экспериментальные исследования. Для раздельной регулировки можно использовать диммирование, применяя ШИ-регулирование или аналоговое в зависимости от типа драйвера.

На **рис. 2** изображена схема фитосветильника с раздельной регулировкой синей и красной линеек светодиодов с применением ШИ-регулирования. В светильнике применены светодиоды синего и красного свечения фирмы LUXEON с номинальным током 350 мА мощностью 1 Вт [1]. Для стабилизации тока светодиодов использованы линейные стабилизаторы тока NSI50350ADT4G (ON Semiconductor) с максимальной рассеиваемой мощностью 11 Вт и падением напряжения 7,5...50 В [2, 3].

В предлагаемом фитосветильнике линейки светодиодов питаются непосредственно от сети переменного тока 230 В. На практике в случае питания от сети переменного тока целесообразно выбирать падение напряжения на регуляторе в пределах 15...30 В. С одной стороны, это даёт стабильность параметров при возможных пульсациях напряжения на выходе фильтра, а с другой стороны — не будет приводить к лишнему рассеиванию мощности. Получается, что на стабилизаторе NSI50350ADT4G при токе 350 мА падение напряжения должно быть не более 30 В. При падении напряжения на стабилизаторе тока 30 В рассеиваемая мощность равна P = 30•0,35 = 10,5 Вт. Амплитуда напряжения на светодиодах и стабилизаторе тока с учётом допуска напряжения сети будет U = 230•1,1•1,414 = 358 В. Тогда падение напряжения на светодиодах окажется 358 – 30 = 328 В. Следовательно, число светодиодов в одной цепи — N = 328 / 3,6 = 91. В основе линейных регуляторов лежит

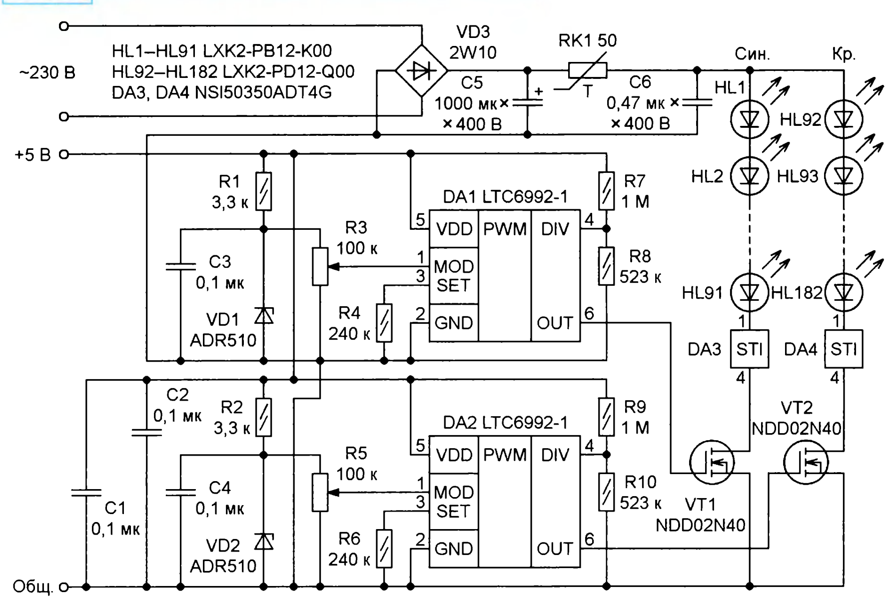


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

технология транзистора с автоматическим смещением (Self-Biased Transistor — SBT). Поэтому источники тока NSI50350 способны стабилизировать ток в широком интервале напряжений. Для защиты светодиодов светильника и всего прибора в целом от перегрева драйвер NSI50350 имеет отрицательный температурный коэффициент — при возрастании температуры ток стабилизации падает. Таким образом, реализована простая, но весьма эффективная защита светодиодов от экстремальных режимов работы. Также со стороны анодной цепи регулятора есть защита от импульсных бросков напряжения [3].

может меняться в широких пределах от 3,815 Гц до 1 МГц. Формула расчёта частоты генератора приводится в техническом описании на микросхему LTC6992-1 [4]. В представленной схеме фитосветильника для указанных номиналов резисторов R4 и R6—R10 частота генерации равна 200 Гц. Хотя высокая точность установки частоты необязательна, но в любом случае допуск по номиналу для резисторов R7—R10 должен быть не более 1 % [4]. Напряжение 1 В для управления скважностью формирует высокоточный источник образцового напряжения ADR510 (VD1, VD2). Фитосветильник не требует налаживания. В устройстве желательно исполь-

таймера кнопкой SB1 подаётся питание на фитосветильник. Через время 5, 6, 7 или 8 ч, устанавливаемое переключателем SA1, фитосветильник отключится. В основе устройства применена микросхема таймера ICM7242 (DA2) [5]. Этот таймер позволяет формировать импульс длительностью от нескольких микросекунд до нескольких дней. Длительность импульса задаёт RC-цепь, подключённая между выводом RC (выв. 7) и плюсовой линией питания микросхемы. Интервал сопротивления времязадающего резистора — от 1 кОм до 22 МОм, а конденсатора — от 10 пФ до 10000 мкФ. Таймер управляет твердотельным реле (тиристорным пере-

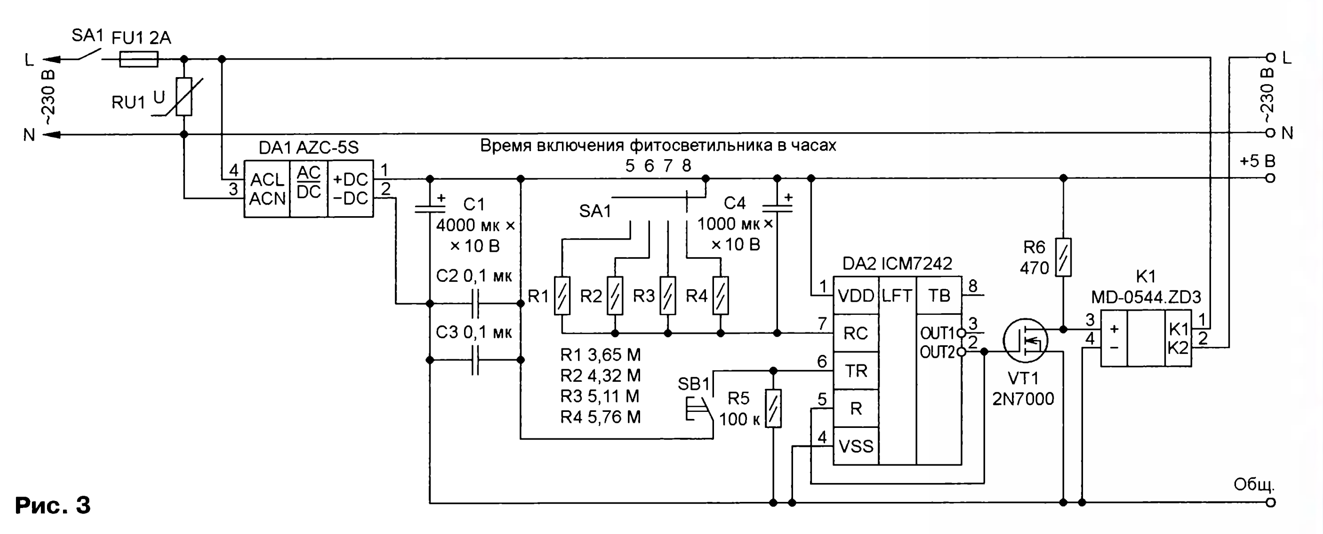


Рис. 3

Линейный генератор тока — самый простой прибор, обеспечивающий стабильные характеристики свечения светодиода в широком интервале питающих напряжений и температуры окружающей среды. Линейные драйверы используются в тех случаях, когда напряжение питания заведомо больше падения напряжения на линейке питаемых светодиодов. Хотя они и не обеспечивают высокой эффективности использования энергии источника, но обладают несомненными преимуществами: простота использования, отсутствие электромагнитных излучений и, самое главное, дешевизна. Компания ON Semiconductor выпускает широкую номенклатуру микросхем линейных регуляторов тока как с фиксированным током стабилизации, так и с регулируемым всего лишь одним внешним резистором [2]. Так что если использовать в светильнике светодиоды с другим током стабилизации, можно подобрать соответствующий линейный драйвер. Мало того, линейные стабилизаторы можно соединять параллельно для увеличения тока стабилизации.

Для регулирования применяются микросхемы ШИМ-генераторов DA1 и DA2 — LTC6992-1 [4] и транзисторы VT1 и VT2. При изменении напряжения на входе MOD от 0 до 1 В коэффициент заполнения изменяется от 0 до 100 %. Частоту генерации устанавливают резисторами R4 (R6), R7 (R9) и R8 (R10), она

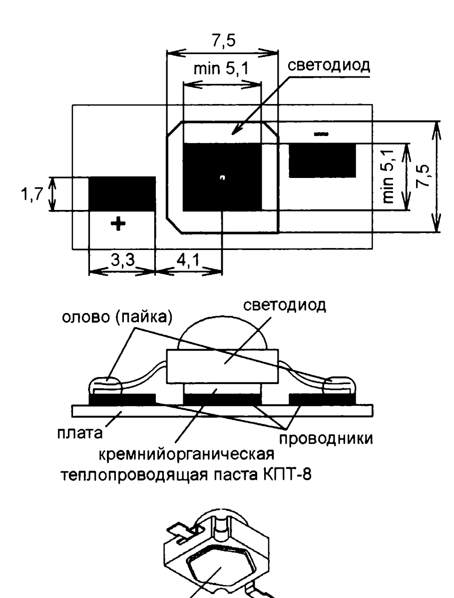


Рис. 4

зовать оксидные конденсаторы с малым эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR), остальные — керамические и плёночные.

Для управления фитосветильником используется таймер, схема которого изображена на **рис. 3**. После запуска

ключателем) MD-0544.ZD3 (K1) [6], которое отключает питание фитосветильника. Таймер и фитосветильник соединяются между собой одноимёнными контактами.

Для достижения оптимальных тепловых характеристик фрагмент посадочного места светодиода изображён на **рис. 4**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Technical Datasheet DS51. Power light source LUXEON® K2. — URL: **https://www.prodance.cz/data/attachments/DS51.pdf** (26.01.22).

2. **Ромадина И.** Новый линейный драйвер NSI50350 от ON Semiconductor для 1-Вт светодиодов. — Полупроводниковая светотехника, 2011, № 6, с. 27—30.

3. NSI50350ADT4G Constant Current Regulator & LED Driver 50 V, 350 mA ±10 %, 11 W Package. — URL: **https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/nsi50350ad-d.pdf** (26.01.22).

4. LTC6992 Voltage-Controlled Pulse Width Modulator (PWM). — URL: **https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/LTC6992-1-6992-2-6992-3-6992-4.pdf** (26.01.22).

5. ICM7242 Long Range Fixed Timer. — URL: **http://www.farnell.com/datasheets/13740.pdf** (26.01.22).

6. Твердотельные реле. Серия KIPPRIBOR MD-xx44.ZD3. — URL: **https://kippribor.ru/TTR/Seriya-MD-xx44ZD3** (26.01.22).

Ремонт и модернизация фонаря ФОС 3-5/6

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Недавно знакомые принесли два неработающих фонаря осветительных специальных ФОС 3-5/6: один — в ремонт, второй — как оплату за работу. Поскольку один фонарь нужно было сделать срочно в течение часа, а владельцу требовалось только включение—отключение без всяких излишеств, типа мигания, то была применена простейшая схема включения через фиксируемую в нажатом положении кнопку (**рис. 1**).

Добраться до платы автоматики, размещённой внутри фонаря, не так-то просто. Требуется отвинтить крышку батарейного отсека, отсоединить и вынуть аккумуляторную батарею, только затем вынуть батарейный отсек с прикреплённой к нему платой автоматики из внешнего корпуса фонаря.

случай были проверены все остальные пассивные элементы платы — они тоже оказались в норме. Поскольку цоколёвка транзисторов для поверхностного монтажа, как правило, следующая: база—коллектор—эмиттер (если смотреть по часовой стрелке), а подгоревший и отслоившийся от платы печатный

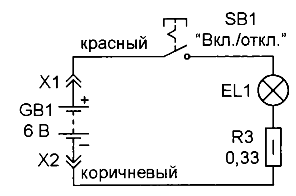


Рис. 1

проводник был всего один (под транзистором VT1), получилась следующая схема оконечного каскада (**рис. 3**). Перед ремонтом плата была почищена микродрелью от нагара и затем обезжирена. Дефектный печатный проводник был заменён перемычкой. После подключения исправного транзистора VT1 фонарь заработал. Было принято решение немного его модернизировать.

Модернизированный фонарь (рис. 3) работает так. При нажатии на кнопку SB1 "Вкл." её контакты замыкаются, контроллер на плате автоматики срабатывает, управляющее напряжение через резистор R2 поступает на базу транзистора VT2, который открывается и подаёт минусовый потенциал на базу транзистора VT1, который также открывается и подаёт плюс напряжения питания через

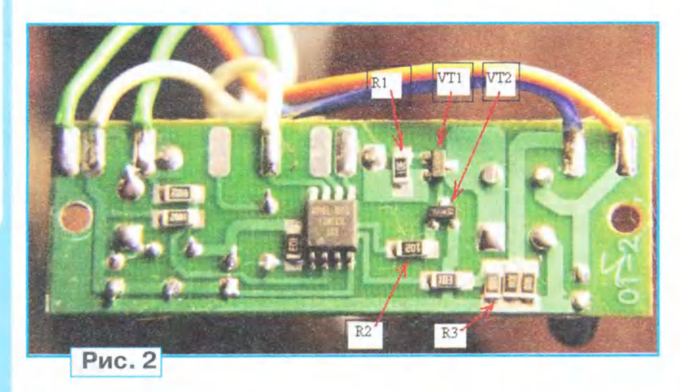


Рис. 2

Рис. 3

Плюсовой (красный или иного цвета) провод, идущий от плюса аккумуляторной батареи GB1 к плюсу платы автоматики, а также плюсовой (красный) провод, идущий от платы к лампе EL1, были отпаяны от платы, а между этими проводами была подключена аналогичная по посадочным размерам штатной кнопки включения кнопка SB1 с фиксацией, на ток 3 А. Минусовый провод через балластный резистор R3 (три параллельно включённых резистора на плате — см. **рис. 2**) был уже подведён к лампе EL1, поэтому его не было смысла трогать.

Поскольку мне достался экземпляр фонаря ФОС 3-5/6 с немного подгоревшей платой и без аккумуляторной батареи, было решено попытаться его починить. Поиск схемы этого фонаря в Интернете успехом не увенчался. Однако удалось лишь скопировать фото негорелой платы автоматики фонаря [1].

Как оказалось при ближайшем рассмотрении, на плате моего фонаря был полностью сгоревший транзистор VT1 (нумерация автора статьи). Закопчённые транзистор VT2 и резистор R1 оказались целыми и рабочими. На всякий



Рис. 4

дроссель L1 и переключатель SA1 на лампу EL1. Лампа EL1 загорается. Если кнопку SB1 при включении фонаря держать нажатой несколько секунд, то лампа EL1 станет мигать. При повторном нажатии на кнопку SB1 лампа EL1 отключается. Дроссель L1 на схеме — это уже имеющийся штатный дроссель на плате автоматики фонаря.

Дополнительно введены диод VD1 (его подключают между плюсовым контактом гнезда зарядки и плюсовым выводом платы автоматики), который защищает устройство от случайного ошибочного изменения полярности питания и гасит излишек напряжения при использовании "неродных" аккумуляторных батарей, переключатель SA1, который позволяет в случае неисправности платы автоматики быстро переключить фонарь в режим ручного (неавтоматического) управления, и провод, соединяющий нижний по схеме контакт переключателя SA1 с дополнительным разъёмом X3.

Для переключения фонаря в режим ручного управления следует открыть крышку отсека аккумуляторной бата-

реи, отключить красный провод с гнездом X1 от плюсового вывода батареи, подключить оранжевый провод с гнездом X3 к плюсовому выводу батареи, закрыть крышку отсека аккумуляторной батареи и переключить переключатель SA1 в нижнее по схеме положение.

В дальнейшем до ремонта платы автоматики следует пользоваться только переключателем SA1. На место сгоревшего транзистора VT1, тип которого установить не удалось, поставлен КТ816А с небольшим теплоотводом, который прикреплён к корпусу рядом с платой. Вместо КТ816А можно использовать любые мощные кремниевые транзисторы структуры p-n-p с максимальным напряжением коллектор—эмиттер не менее 20 В, максимальным током коллектора не менее 3 А. Вместо диода 1N5822 (VD1) можно применить другие диоды с барьером Шоттки, рассчитанные на ток не менее 3 А. Переключатель SA1 — тумблер на два положения, рассчитанный на ток 3 А. Размещение этого тумблера на торце ручки переноски фонаря показано на **рис. 4**. В качестве кнопки SB1 использована штатная кнопка включения (без фиксации). Гнездо X3 аналогично гнёздам X1 и X2, для лучшей изоляции оно немного утоплено в термоусаживаемой трубке. В разрыв провода, идущего от гнезда X3, также желательно установить диод, аналогичный VD1.

допустимым напряжением затвор—исток не менее 10 В, максимальным током стока не менее 3 А, желательно с минимальным сопротивлением канала в открытом состоянии. Затвор подключают вместо вывода базы, сток — вместо коллектора, исток — вместо эмиттера. В варианте для поверхностного монтажа полевой транзистор как раз встанет на посадочное место биполярного транзистора VT1. Между коллектором транзистора VT2 и точкой соединения нижнего вывода резистора R1 с затвором полевого транзистора потребуется установка дополнительного токоограничивающего резистора сопротивлением от 120 до 430 Ом. Кстати, и в непеределанной схеме такой токоограничивающий резистор лишним не будет, поскольку как коллекторный ток транзистора VT1, так и базовый ток транзистора VT2 не ограничены, а источник питания выдаёт номинальное напряжение не менее 6 В, которое частично гасится диодом VD1 и весьма малым сопротивлением открытого транзистора VT2. Резистор R1 устанавливают сопротивлением 10 кОм, параллельно ему подключают стабилитрон на 5,1 В катодом к плюсу питания.

Схему включения фонаря можно немного упростить, используя в качестве ключа полевой транзистор с n-каналом (**рис. 5**).

случае неисправности платы автоматики.

Если плата автоматики фонаря не поддаётся ремонту, можно использовать следующую схему включения фонаря с помощью штатной нефиксируемой кнопки включения (**рис. 6**).

Схема взята из [2], работоспособность устройства, собранного по этой схеме, проверялась от источника питания напряжением 7,1 В. Оно работает так. Когда подключают источник питания, конденсатор C1 быстро заряжается. При кратковременном нажатии на нефиксируемую кнопку SB1 затвор транзистора VT2 подключается к конденсатору C1, заряженному почти до напряжения питания, и полевой транзистор открывается, подключая лампу EL1 к аккумуляторной батарее. Транзистор VT1 также открывается и через резистор R3 подключает затвор транзистора VT2 к плюсовой линии питания, удерживая полевой транзистор открытым, когда контакты кнопки SB1 уже разомкнуты. Теперь устройство находится в "зафиксированном" состоянии, когда оба транзистора открыты, нагрузка в виде лампы EL1 получает питание, а конденсатор C1 разряжается почти до нуля через резистор R2 и открытый полевой транзистор.

После повторного кратковременного замыкания контактов кнопки SB1 напряжение на конденсаторе C1, близкое к

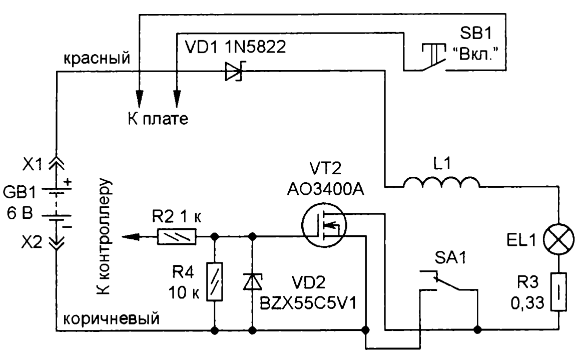


Рис. 5

Рис. 6

Аккумуляторная батарея GB1 была составлена из четырёх не полностью заряженных литий-ионных аккумуляторов типоразмера 18650 с номинальной ёмкостью 2200 мА·ч каждый в параллельно-последовательном включении с общим напряжением холостого хода 7,1 В. Аккумуляторы зафиксированы и изолированы липкой лентой, для исключения их перемещения в батарейный отсек вставлен кусок поролона. При использовании в качестве источника питания полностью заряженной батареи из литий-ионных аккумуляторов типоразмера 18650 потребуется замена диода 1N5822 (VD1) на два—три обычных кремниевых выпрямительных диода на ток не менее 3 А каждый, соединённых последовательно.

С целью уменьшения нагрева транзистора VT1, вероятно, есть смысл заменить биполярный транзистор VT1 на p-канальный полевой с максимальным

Полевой транзистор VT2 устанавливают вместо биполярного VT2 на то же посадочное место, транзистор VT1 и резистор R1 (см. рис. 3) исключают. Можно использовать любой n-канальный полевой транзистор с максимально допустимым напряжением затвор—исток не менее 10 В, максимальным током стока не менее 3 А, желательно с минимальным сопротивлением канала в открытом состоянии и малым напряжением открывания. Стабилитрон VD2 с напряжением стабилизации 5,1 В защищает затвор транзистора от возможных импульсных помех и случайной подачи запредельного напряжения, а в нормальных условиях не оказывает влияния на работу устройства. Дополнительный резистор R4 также защищает затвор транзистора VT2 от возможных импульсных помех и накопления на нём ненужных потенциалов. Переключатель SA1 служит для включения фонаря в

нулю, окажется приложенным к затвору транзистора VT2, который закрывается, и напряжение на нагрузке снижается до нуля. Напряжение база—эмиттер транзистора VT1 также снижается до нуля, и транзистор VT1 закрывается. В результате при отпущенной кнопке SB1 ничто не удерживает транзистор VT2 в открытом состоянии, и устройство возвращается в первоначальное состояние, когда оба транзистора закрыты, нагрузка обесточена, а конденсатор C1 вновь заряжается через резисторы R2 и R5, а также через параллельно включённую с R5 лампу EL1. Потребляемый устройством ток в выключенном состоянии приблизительно равен нулю. По крайней мере, используемый при измерении тока мультиметр на пределе 200 мкА ничего выше значения 0,0 мкА не показал.

Вместо транзистора BC846B (VT1) можно использовать любой маломощ-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ный кремниевый транзистор структуры p-n-p с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 20 В, максимальным током коллектора не менее 100 мА. Вместо транзистора AO3400A (VT2) можно использовать любой n-канальный полевой транзистор с максимально допустимым напряжением затвор—исток не менее 10 В, максимальным током стока не менее 3 А, желательно с минимальным сопротивлением канала в открытом состоянии. При большем напряжении источника питания при подборе транзистора VT2 следует иметь в виду, что напряжение затвор—исток транзистора VT2 при включённом устройстве — это почти полное напряжение источника питания (минус 0,2 В). Резистор R6 на этой схеме — это тот же самый ранее указанный на схемах балластный резистор R3 (три параллельно включённых резистора на плате автоматики фонаря). В случае полной неработоспособности "родной" платы автоматики фонаря можно, отпаяв ненужные детали с платы, разместить на ней элементы, в соответствии со схемой на рис. 6, со стороны печатных проводников.

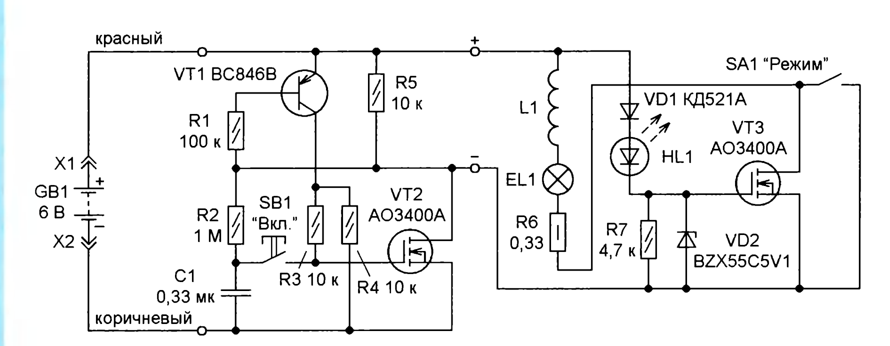


Рис. 7

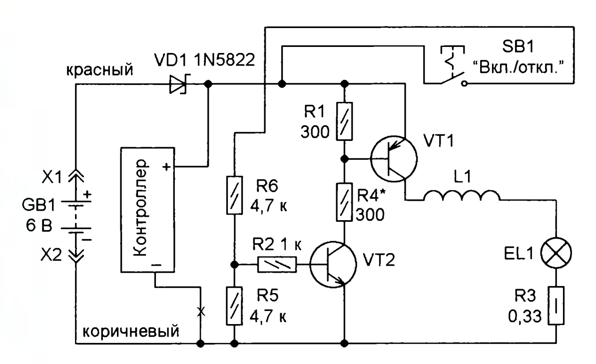


Рис. 8

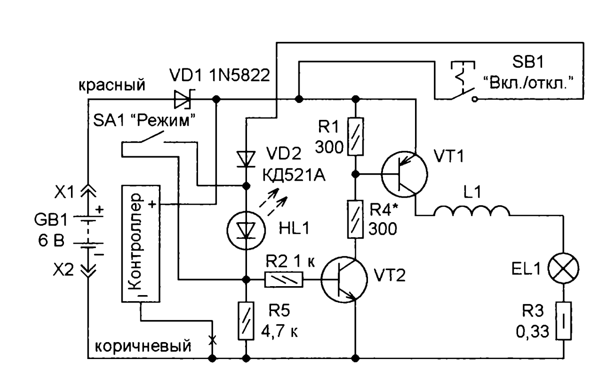


Рис. 9

Устройство по рис. 6 было дополнено режимом мигания. Доработанная схема показана на **рис. 7**. Светодиод HL1 — мигающий. Диод КД521А (VD1) можно заменить на 1N4148 или серии КД522. Стабилитрон VD2 с напряжением стабилизации 5,1 В защищает затвор транзистора VT3 от возможных импульсных помех и случайной подачи запредельного напряжения, в нормальных условиях он не оказывает влияния на работу устройства. Если контакты тумблера SA1 находятся в положении, указанном на схеме, то при нажатии на кнопку SB1 лампа EL1 вместе со светодиодом HL1 будет мигать. Если контакты тумблера SA1 замкнуты, то при нажатии на кнопку SB1 лампа EL1 будет включена в режиме "Освещение", однако светодиод HL1 будет продолжать мигать. Если мигание светодиода мешает, его можно не выводить на корпус фонаря и оставить на плате. При повторном нажатии на кнопку SB1 устройство отключится от источника питания и перейдёт в дежурный режим с потребляемым током, близким к нулю.

Может так случиться, что в фонаре неисправен контроллер, но исправны транзисторы VT1 и VT2 (или имеется в наличии их замена), а радиолюбитель, ремонтирующий это устройство, ограничен как во времени, так и в ассортименте имеющихся в наличии радиодеталей. В таком случае можно предложить следующую простую схему включения фонаря, использующую максимум уже имеющихся на плате деталей и минимум дополнительных (**рис. 8**).

Если транзистор VT1 исправен, временное подключение резистора (сопротивлением от 120 до 430 Ом) к эмиттеру и коллектору транзистора VT2 приведёт к открыванию транзистора VT1 и включению лампы EL1. Если лампа включается, далее следует проверить исправность транзистора VT2. Можно просто прозвонить его мультиметром при отключенном питании фонаря. Однако желательно сразу проверить работу пары транзисторов VT2 и VT1. Для этого между плюсовой линией питания и левым по схеме выводом резистора R2 следует временно подключить резистор сопротивлением от 1 до 20 кОм. Если транзистор VT2 исправен, такое подключение резистора приведёт к открыванию транзисторов VT2 и VT1 и включению лампы EL1.

Далее производим следующие действия. Во избежание ненужного потребления электроэнергии от аккумуляторной батареи неисправным контроллером следует перерезать скальпелем печатный проводник, идущий от контроллера к общему минусовому проводу платы. Также следует отпаять ненужные детали, которые могут образовать "лишние" цепи, потребляющие ток при неработающем фонаре. Также следует перерезать скальпелем печатный проводник, идущий от левого вывода резистора R2 к неисправному контроллеру. Далее следует перерезать скальпелем печатный проводник между коллектором транзистора VT2 и точкой соединения нижнего по схеме вывода резистора R1 с базой транзистора VT1 (на плате автоматики — сразу после точки пайки коллектора транзистора VT2). Вновь вводимый резистор R4 ограничит ток базы транзистора VT1. Резистор R4 следует подобрать такого сопротивления, чтобы напряжение база—эмиттер транзистора VT1 находилось в интервале 0,7...1 В. В процессе эксперимента устанавливались резисторы R4 сопротивлением от 120 до 300 Ом. Дополнительные резисторы R5 и R6, а также уже имеющийся на плате резистор R2 образуют делитель напряжения для управления транзистором VT2, который, в свою очередь, управляет включением транзистора VT1. Резистор R6 может быть сопротивлением от 3 до 20 кОм. Кнопка SB1 — аналогичная по посадочным размерам штатной кнопки включения фонаря (с фиксацией). При подобном включении кнопки SB1 коммутируемый ток очень мал (в пределах 0,2...1,4 мА, в зависимости от сопротивления резистора R6), что позволяет использовать любую маломощную кнопку. При разомкнутых контактах кнопки SB1 и отключённом от питания неисправном контроллере потребляемый фонарём ток близок к нулю. Естественно, при таком

простом способе ремонта режима мигания не будет.

В случае необходимости режим мигания можно реализовать, используя схемное решение с мигающим светодиодом (см. рис. 7), но в этом случае ремонт фонаря уже не будет таким простым и быстрым, поскольку потребуется установка переключателя режимов SA1, а также элементов узла мигания. Можно предложить более простой вариант, схема которого показана на **рис. 9**. Пример размещения переключателя SA1 на торце ручки переноски фонаря показан на рис. 4. В случае реализации режима мигания коммутируемый кнопкой SB1 ток немного увеличится (до 3...6 мА) в зависимости от положения контактов выключателя SA1.

В заключение следует отметить необходимые меры безопасности при ремонте и налаживании подобных устройств:

— в качестве временного источника питания желательно использовать регулируемый блок питания с электронной защитой от короткого замыкания и перегрузок;

— перепайку и проверку деталей всегда производить при отключённом от устройства источнике питания;

— в случае отсутствия блока питания следует обязательно подключать аккумуляторную батарею через плавкую вставку на ток 1...2 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. ФОС 3-5/6, мини-обзор. — URL: **http://forum.fonarevka.ru/showthread.php?t=1518&page=3** (19.01.22).

2. Anthony Smith. Выключатель питания с нулевым потреблением мощности на основе нефиксируемой кнопки. — URL: **https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=181933** (19.01.22).

Контроллер стиральной машины-автомата

В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.

При покупке дорогой бытовой техники мы надеемся, что она честно отслужит много лет. Если раньше вы покупали, например, холодильник, производитель гарантировал, что он отслужит минимум 25 лет, то теперь в век, когда производство захватили маркетологи, а племя инженеров стало изгоями, больше трёх лет гарантии не предложат, и то в лучшем случае. Первая стиральная машина честно отслужила десять лет и уже морально устарела, у неё от старости сломался механический автомат управления машиной, поэтому я начал вместо механики делать для неё новые "электронные мозги". Но поскольку это долгий процесс, семья взбунтовалась, и пришлось купить новую современную стиральную машину. Но, как говорится в песне, недолго музыка играла, маркетологи постарались на славу, чтобы техника не служила долго и найти новую плату управления через пару лет для неё уже не реально. Если раньше многое было унифицировано и было меньше проблем с ремонтом, то сейчас поиск запчастей превращается в квест. Даже в одной фирме при смене модели всё делается для того, чтобы платы были не совместимы, и у тебя осталось два варианта: если повезёт, купить плату за треть стоимости машины или новую машину.

В моей машине "стрельнула" защитная "термотаблетка" в устройстве блокировки загрузочного люка, а вместе с ней вышел из строя микроконтроллер на плате управления, поскольку у него не было гальванической развязки от переменного напряжения, которое он контролировал, а были только токоограничивающие резисторы, поэтому всплеск напряжения оказался для него фатальным. Как потом прояснилось на форумах, — это одна из "болезней" новых стиральных машин. Поскольку машине было только два года и тот магазин, который давал на неё гарантию, приказал долго жить, а плату найти не удалось, то пришлось вернуться к отложенному проекту по проектированию своего контроллера к стиральной машине-автомату.

В качестве микроконтроллера была применена распространённая плата Arduino nano и комплектующие, которые можно купить в любом радиомагазине. При контроле переменных напряжений применены гальванические развязки. После нескольких лет проб и переделок на суд общественности предлагается контроллер стиральной машины-автомата, который может собрать радиолюбитель средней квалификации.

Состоит устройство из двух частей: блока управления и индикации и блока контроллера. "Общаются" эти блоки между собой по последовательной шине I^2C. Была мысль сделать беспроводную передачу данных между блоками по радиоканалу, но потом передумал, зачем усложнять себе жизнь, поскольку блок управления получает питание от блока контроллера.

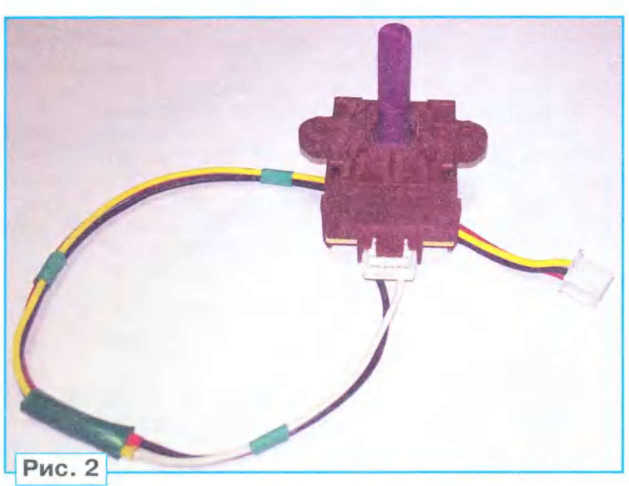
Схема блока управления и индикации представлена на **рис. 1**. Центральным элементом в блоке управления является модуль микроконтроллера A2 на плате Arduino nano, к которой по своим последовательным шинам подключены микросхемы DD1 (TM1638) и DD2 (TM1637). Микросхема DD1 выводит информацию на четырёхразрядный семисегментный цифровой индикатор HG1, шестнадцать светодиодов HL1—HL16, а также передаёт в микроконтроллер состояния восьми кнопок SB1—SB8. Микросхема DD2 выводит информацию на четырёхразрядный семисегментный цифровой индикатор HG2. Режимы работы стиральной машины задают с помощью модуля A1 (переключатель BPM T-104A от стиральной машины CANDY), который показан на **рис. 2**. Он представляет собой ступенчатый переменный резистор на одиннадцать положений, подключённый к аналоговому входу A0 микроконтроллера, а разные вариации в виде установки температуры, скорости отжима, загрязнение белья и т. д. задаются кнопками SB1—SB8. У кого нет такого переключателя, могут в программе блока управления сделать кнопки "Плюс" и "Минус" для переключения режимов работы.

При нажатии на кнопки и изменении режимов работы раздаётся звуковой сигнал акустического излучателя HA1. Через разъём XP2 микроконтроллер блока управления получает питание от блока контроллера, а также передаёт

Рис. 1

информацию по шине I^{2}C в этот блок о режиме работы стиральной машинки и принимает информацию от блока контроллера о состоянии процесса стирки. При подаче питания на микроконтроллер он сначала включает все элементы индикации для проверки их исправности, а потом переходит в режим основной работы.

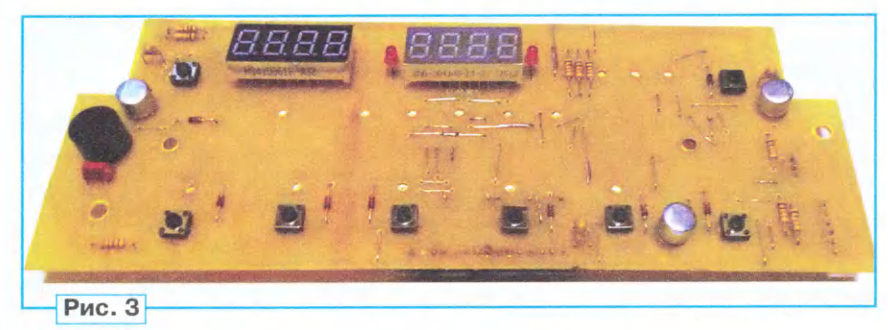
Конструктивно плата блока управления и индикации сделана под стиральную машинку фирмы CANDY, но я не вижу проблем для изменения конфигурации платы управления для других типов стиральных машин. Четырнадцать светодиодов для поверхностного монтажа припаяны на плате со стороны печатных проводников и через отверстия в плате и прозрачные пластиковые световоды передают свет на переднюю панель машины. Внешний вид платы блока управления и индикации представлен на **рис. 3**, **рис. 4** и **рис. 5**.


Рис. 2

На индикаторы HG1 и HG2 выводится различная информация в зависимости от режима работы машинки. На индикатор HG1 при включении выводится скорость отжима, а при нажатии на кнопку Start в первый (левый) разряд выводится номер режима работы машинки от 1 до 5, горит децимальная точка, во второй разряд выводится информация о режиме, в котором в данный момент находится машина: буквы "З" — заливка воды; "С" — стирка; "Р" — разогрев воды; "У" — укладка белья; "О" — отжим, горит децимальная точка. В третий и четвёртый разряды выводится продолжительность работы в установленном режиме. В индикаторе HG2 при включении в первый и второй разряды выводится номер режима, выбранный переключателем режимов работы, — от 1 до 11, горит децимальная точка, в третий и четвёртый разряды выводится температура стирки, которую можно устанавливать кнопкой выбора температуры. При нажатии на кнопку Start в первые два разряда выводится время работы в секундах, в два последних — заданная температура, а при включении режима разогрева воды — измеряемая температура.

Если нет желания делать плату управления и индикации самостоятельно, можно применить готовые платы (**рис. 6**), которые можно приобрести в Интернете. При этом не потребуется даже программу переделывать, поскольку эти платы идентичны по схеме. Поначалу я тренировался на таких платах, но потом, чтобы не портить внешний вид машины, сделал свою плату по образу и подобию штатной. Единственное отличие в том, что на той плате с микросхемой TM1638 только восемь светодиодов, а на моей — шестнадцать.

Схема блока контроллера стиральной машины-автомата показана на **рис. 7**. В этом блоке также использован модуль Arduino nano, который на схеме


Рис. 3

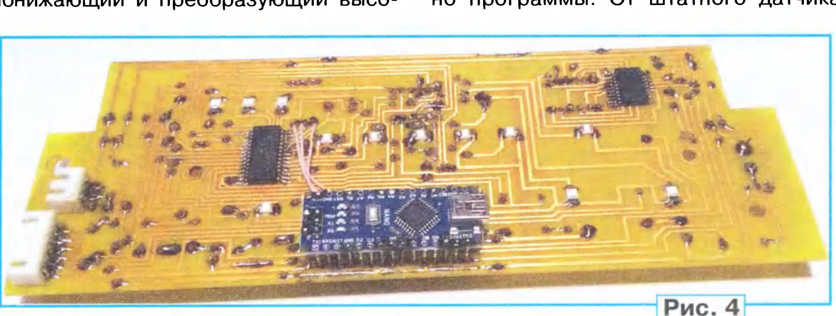
не показан, а указаны наименования выводов модуля Arduino nano, к которым подключены соответствующие элементы блока контроллера. Для обеспечения надёжной работы все устройства ввода/вывода, работающие с переменным напряжением сети, подключены через гальванические развязки на оптронах MOC30xx и PC817. Питается устройство через модуль A1, понижающий и преобразующий высокое переменное напряжение сети в постоянное напряжение 12 В и ток 1 А. Сам модуль Arduino nano питается через понижающий модуль A2 (Mini 360) с выходным напряжением 8 В. Диод VD5 обеспечивает развязку модуля A2 при программировании микроконтроллера, без него и при отключённом сетевом питании модуль A2 начинает нагружать линию питания модуля Arduino nano.

Напряжение +5 В, указанное на схеме, взято с выхода стабилизатора платы Arduino nano.

Начнём описание с устройств ввода, датчик температуры BK1 на микросхеме DS18B20 контролирует температуру нагрева воды, при достижении заданной температуры микроконтроллер отключает нагревательный элемент ТЭН и продолжает цикл стирки согласно программы. От штатного датчика температуры остался только корпус, из которого удалена старая начинка и вместе термопастой установлена микросхема DS18B20 с герметизацией выходных проводов с помощью термоклея. Подключается термодатчик к плате контроллера через компьютерный разъём X1 (USB-A).

Три подстроечных резистора R43—R45 — регуляторы коэффициентов PID (P — пропорциональный, I — интегральный, D — дифференциальный) — программного регулятора оборотов коллекторного двигателя со стабилизацией оборотов двигателя независимо от нагрузки. К устройствам ввода относятся четыре датчика контроля состояния стиральной машины, по которым микроконтроллер определяет режимы работы машины. Не будем перечислять все элементы, а только элементы гальванической развязки на оптронах серии PC817: U7 — в датчике контроля включения нагревательного элемента, U8 — в датчике контроля закрытия загрузочного люка. Пока не сработает замок, переменное напряжение не поступит на силовые элементы через контактную группу замка: U9 — в датчике контроля наполнения бака водой (прессостат), который в своей конструкции имеет контактную группу, препятствующую включению нагревательного элемента при отсутствии воды в баке. Прессостаты бывают с одной и двумя контактными группами, в моей машине был с одной. U10 — в датчике контроля нуля напряжения для включения двигателя машины в момент перехода переменного напряжения через ноль, исключающие рывки в работе электродвигателя, а также уменьшающие помехи в момент подачи напряжения на электродвигатель. К устройству ввода также можно отнести ключ на транзисторе VT1, преобразующий синусоидальный сигнал с индуктивного датчика оборотов в прямоугольный и соответствующими уровнями, безопасными для микроконтроллера.

Устройства вывода реализованы частично на оптронах MOC30xx, частично на электромагнитных реле, как и в устройствах ввода, не будем перечислять все элементы, а только элементы гальванической развязки на оптронах. При нажатии на кнопку в блоке управления микроконтроллер через элементы U1 и VS1 подаёт переменное входное напряжение на термотаблетку замка, которая, разогреваясь, увеличивается в размерах и блокирует через рычаг возможность открыть загрузочный люк во время работы стиральной машины, также через контактную группу, расположенную в замке, переменное напряжение поступает на силовые элементы, а датчик контроля закрытия замка сообщает микроконтроллеру, что можно начинать режим стирки. Через элементы U2 и VS2 микроконтроллер включает насос для откачки воды из бака (pompa). Самые интересные элементы выходного устройства — это U3 и VS3, через которые микроконтроллер по сигналам с датчиков контроля нуля фазы и датчика оборотов, а также с программного регулятора PID регулирует скорость вращения электродвигателя и стабилизирует его обороты независимо от нагрузки. Симистор BTA41A-600B, конечно, слишком мощный для этого случая, и на его месте сначала стояли симисторы BT139-600T. Но при экспериментах, если что-то шло не так, симистор BT139 моментально выходил из строя, а симистор BTA41A выдержал все издевательства, которые выпали на него, вплоть до смены направления


Рис. 4

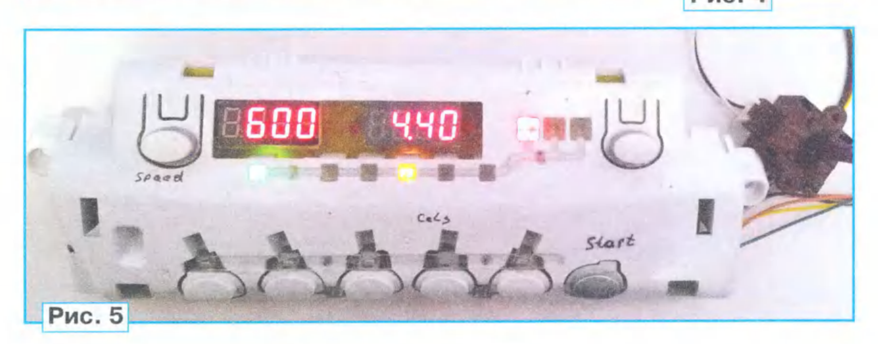


Рис. 5

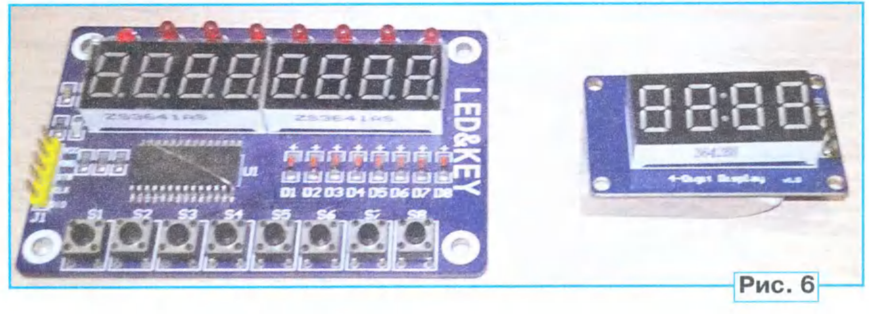


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

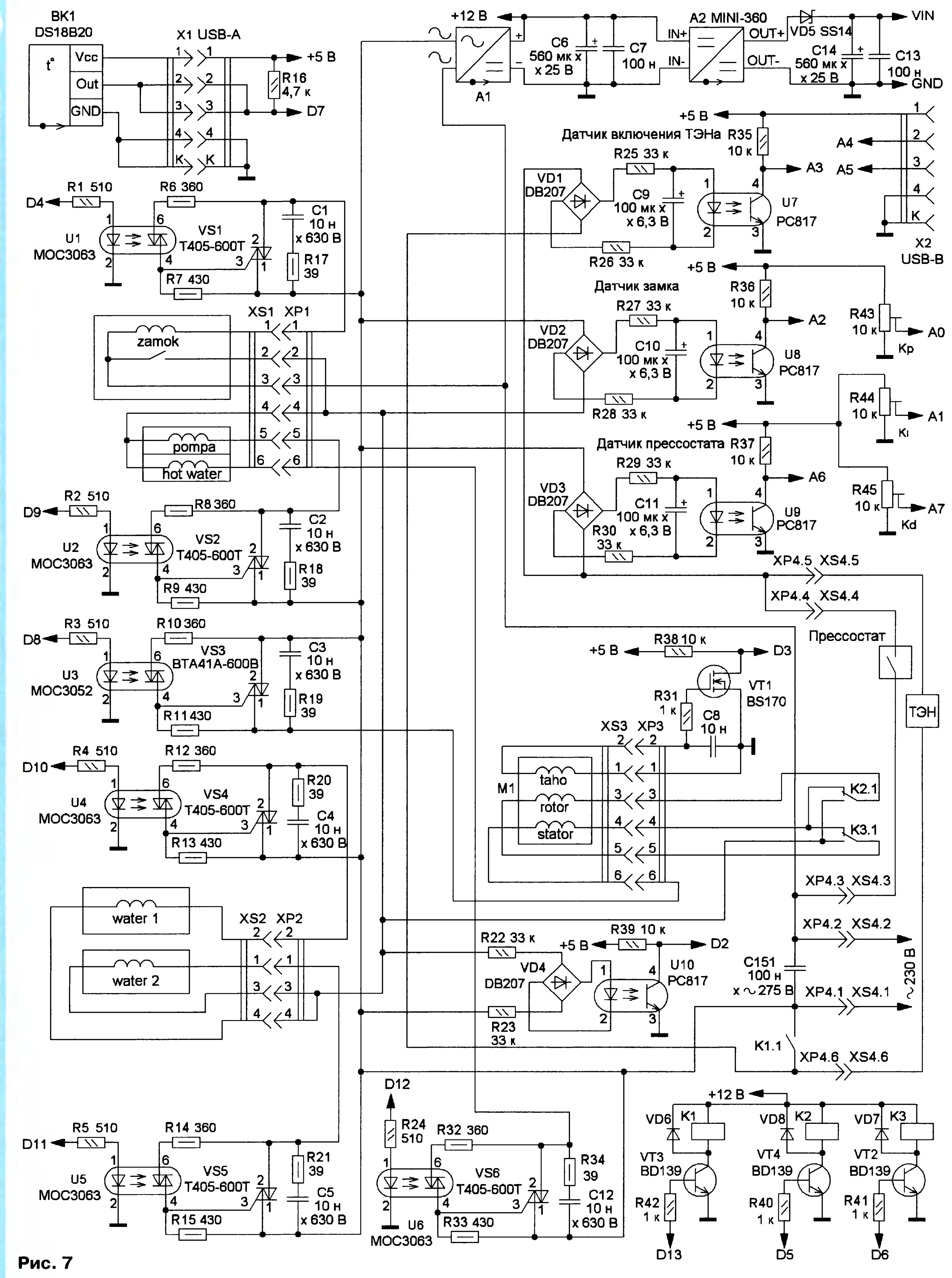


Рис. 7

вращения на полном ходу, контакты реле спекались, из электродвигателя летели искры, а ему хоть бы что, при звуках, похожих на выстрел, семья в испуге прибегала и спрашивала: "Ты там живой?". Включается симистор VS3 с помощью симисторного оптрона U3 (MOC3052) без узла детектора ноля. Обратите внимание, что оптрон MOC3063 и аналогичный, в котором присутствует детектор ноля, использовать нельзя. Оптроны U4—U6 — это элементы, включающие электромагнитные клапаны для заливки воды в машину, U4, U5 — для холодной воды, U6 — для горячей воды. В прилагаемой версии программы работает только один клапан, управляемый оптроном U4, для заливки холодной воды. Остальные элементы управления электромагнитными клапанами введены про запас, для возможности расширения технических характеристик машины в будущем. На штатной плате машины были разведены проводники ещё для двух электромагнитных клапанов, но элементы на плате отсутствовали, видимо, есть варианты данной машины с тремя клапанами. Реле K1 включает ТЭН, реле K2 и K3 изменяют направление вращения электродвигателя стиральной машины.

Разъём X2 — компьютерный USB-B, по нему контроллер подаёт питание на плату управления и индикации, а также обменивается информацией по шине I²C. На **рис. 8** и **рис. 9** показана собранная плата контроллера.

Переходим к описанию режимов работы стиральной машины. Они отличаются от тех, которые были заложены на производстве. Маркетологи утверждают, что они добились экономии электричества и воды, только после стирки не знаешь, от чего у тебя аллергия на коже и всё чешется, когда надеваешь после такой стирки одежду. А всё дело в стиральном порошке, который не успевает вымываться из одежды из-за экономии воды и сокращения режимов полоскания. Распросив семью, как она хочет видеть процесс стирки, и получив от неё техническое задание, заложил это в новую программу контроллера.

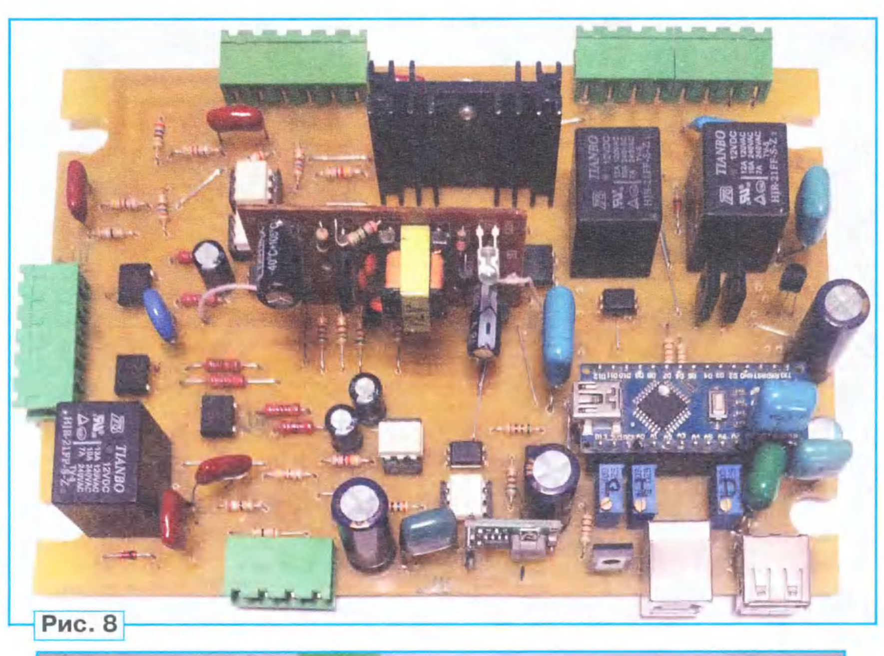
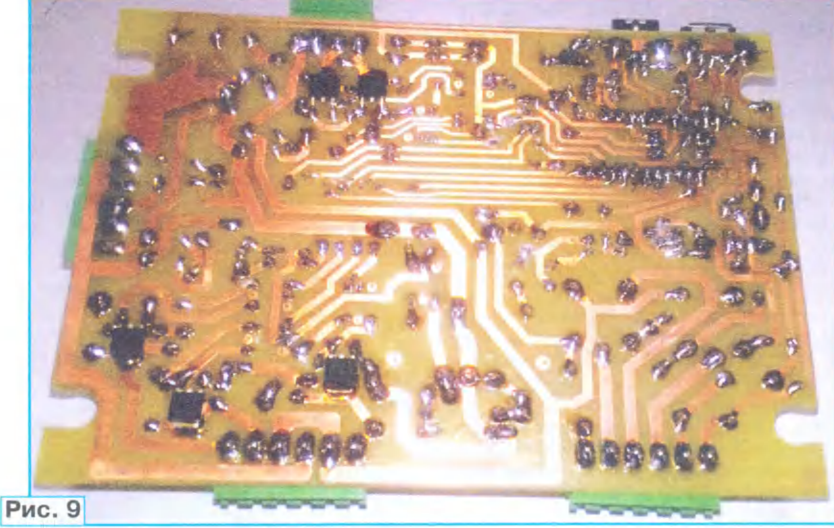


Рис. 8


Рис. 9

Основной цикл стирки состоит из четырёх режимов:

— стирка в холодной воде для отмачивания грязи и последующего лёгкого отжима и слива грязной воды;

— стирка в горячей воде и последующий лёгкий отжим и слив грязной воды;

— полоскание в горячей воде и последующий лёгкий отжим и слив воды;

— полоскание в холодной воде и последующий основной отжим воды.

Эти четыре режима заложены во все режимы стирки, выбираемые переключателем режимов стирки, но отличаются временем стирки, температурой, загрязнением белья, ну и вашей фантазией, если не понравится то, что было заложено мной в программу.

Время стирки зависит от загрязнённости белья, и можно устанавливать три параметра: 5 мин; 8 мин; 12 мин. Температура стирки — 10, 20, 40, 60 и 75 °C (не понятно, зачем там 10 и 75, для стирки достаточно 20, 40, 60 °C), но эти штатные параметры заложены были в машине с завода, и я их оставил, мало ли для чего они могут пригодиться.

Переходим к описанию переключателя режимов стирки:

— при переводе переключателя режимов в положение "0" и нажатии на кнопки Start/Stop происходит сброс установленного перед этим режима и приведение программы в исходное состояние;

— загрязнённость белья (1), температура стирки 20 °C;

— загрязнённость белья (2), температура стирки 40 °C;

— загрязнённость белья (3), температура стирки 60 °C;

— можно выбирать загрязнённость белья и температуру стирки;

— холодное полоскание, время полоскания можно изменять выбором загрязнённости белья, после полоскания происходит отжим белья;

— основной (быстрый) отжим, можно выбирать скорость 600, 800, 1000 оборотов в минуту со сливом воды;

— только слив воды без стжима.

Пока запрограммированы семь режимов, остаются свободными ещё четыре положения переключателя, но это на усмотрение конечного пользователя, мою семью устроили эти.

В моей машине на панели есть кнопки, не задействованные в программе, — это кнопки "Лёгкая глажка", "Отложенный старт", "Против аллергии" и "Предварительная стирка", которые оказались ненужными.

И ещё про маркетологов. В описании на машину указана функция Kg DETECTOR. Если судить по описанию — это магия автоматизма, как Тесла без водителя, машина сама взвешивает заложенное бельё, на основе этого регулирует объём заливаемой воды, определяет количество пены при полоскании и тоже регулирует объём воды, регулирует скорость оборотов при дисбалансе, но в результате я ловлю машину по всей кухне, когда она скачет из одного угла в другой. Для того чтобы эти функции работали, необходимо иметь датчики,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

которые это должны контролировать, а их там нет. Конечно, можно было ввести самому эти датчики, но у меня закончились порты у микроконтроллера, а применить другой с большим количеством портов — это переделывать плату и отказаться от платформы Arduino nano, а на это не было желания.

А теперь переходим к описанию процесса стирки. Переключателем режимов устанавливаем нужный режим стирки, кнопками устанавливают вариации, если позволяет выбранный режим, и нажимают на кнопку Start/Stop. Включается режим холодной стирки, микроконтроллер подаёт напряжение сети на термотаблетку и при срабатывании датчика контроля замка люка включает электродвигатель, включает электромагнитный клапан заливки холодной воды в бак, ждёт, пока не сработает датчик прессостата, и после этого



Рис. 10

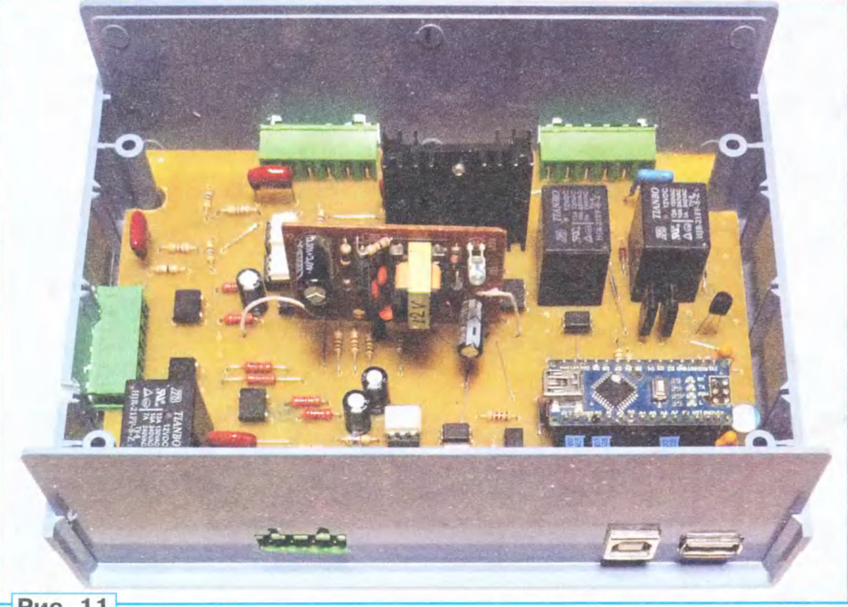
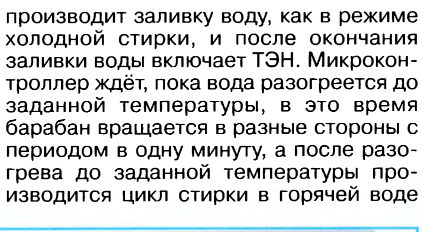


Рис. 11

ещё заданное время доливает воду в бак, чтобы исключить срабатывания датчика прессостата при стирке, отключает электромагнитный клапан заливки холодной воды в бак и производит стирку на время, заданное в зависимости от загрязнения белья, раз в минуту изменяя направление вращения электродвигателя.

После окончания времени стирки включается насос для слива воды, и начинается укладка белья перед включением режима лёгкого отжима белья на средней скорости вращения барабана. После окончания времени отжима отключается электродвигатель насоса, и устройство ждёт, пока не остановится барабан. После его остановки программа переходит в режим горячей стирки,



производит заливку воду, как в режиме холодной стирки, и после окончания заливки воды включает ТЭН. Микроконтроллер ждёт, пока вода разогреется до заданной температуры, в это время барабан вращается в разные стороны с периодом в одну минуту, а после разогрева до заданной температуры производится цикл стирки в горячей воде на время, заданное в зависимости от загрязнения белья. После окончания стирки включается насос, и происходит укладка, и потом лёгкий отжим белья.

После остановки барабана программа переходит в режим горячего полоскания, всё, как при горячей стирке, только со сменой воды на чистую. И последний режим — холодное полоскание, как в режиме холодной стирки, только в конце отжим производится на больших оборотах барабана на скорости, заданной в начале цикла стирки. После остановки микроконтроллер пятикратным длинным звуковым сигналом сообщает об окончании стирки и отключает блокировку загрузочного люка, а после остывания термотаблетки и разблокировки люка пятикратный короткий звуковой сигнал сообщает о возможности открыть загрузочный люк.

Собран контроллер стиральной машины-автомата в пластмассовом корпусе, показанном на **рис. 10** и **рис. 11**, размерами 170×130×55 мм. Для изготовления плат использован односторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5...2 мм.

(Окончание следует)

Дешифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями

О. ИЛЬИН, г. Казань

В декабрьском номере журнала "Радио" за 2021 г. на с. 28—31 была опубликована статья автора "Шифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями". Сегодня мы публикуем описание дешифратора команд для такой системы.

В цифровых многоканальных системах дистанционного пропорционального управления моделями [1—3] сигналы, содержащие информацию об угловом положении исполнительного органа сервоприводов, формируются изменением ширины канальных импульсов, вырабатываемых шифратором команд передатчика, длительность которых, в зависимости от положения рукояток управления передатчика, может изменяться в интервале 1...2 мс. Для передачи информации по каналу связи эти импульсы преобразуются в синхроимпульсы фиксированной длительности 0,1...0,5 мс, образующие канальные посылки, разделённые синхропаузой, и следующие с частотой 50...60 Гц. Информация о передаваемом значении команды в соответствующем канале управления содержится во временном интервале между синхроимпульсами канальной посылки, а число импульсов в ней зависит от числа каналов управления.

Дешифратор команд приёмника распределяет импульсы этой последовательности по каналам управления, восстанавливает ширину канальных импульсов и передаёт их на соответствующие сервоприводы. Как правило, для дешифрации команд используются счётчики-распределители канальных импульсов, работающие по следующему циклу: каждый поступающий синхроимпульс канальной посылки дешифрируемого сигнала изменяет состояние счётчика-распределителя канальных импульсов, которое сохраняется до прихода следующего синхроимпульса, а после прохождения всей последовательности синхроимпульсов канальной посылки счётчик-распределитель канальных импульсов возвращается в исходное состояние сформированным дешифратором команд импульсом обнуления.

Недостаток этих дешифраторов команд — низкая помехозащищённость, поскольку при воздействии импульсных помех, источником которых могут быть, например, сигналы посторонних передатчиков, а также установленные на модели электродвигатели, регуляторы напряжения дискретного действия, электромагнитные реле и другие подобные устройства, не исключена возможность нарушения этими помехами цикла работы счётчика-распределителя канальных импульсов и формирование вследствие этого дешифратором команд ложных сигналов управления сервоприводами модели, результат исполнения которых, как правило, — авария модели. Особенно подвергнут воздействию импульсных помех дешифратор команд во время формирования передатчиком синхропаузы, когда на вход дешифратора команд синхроимпульсы не поступают [1].

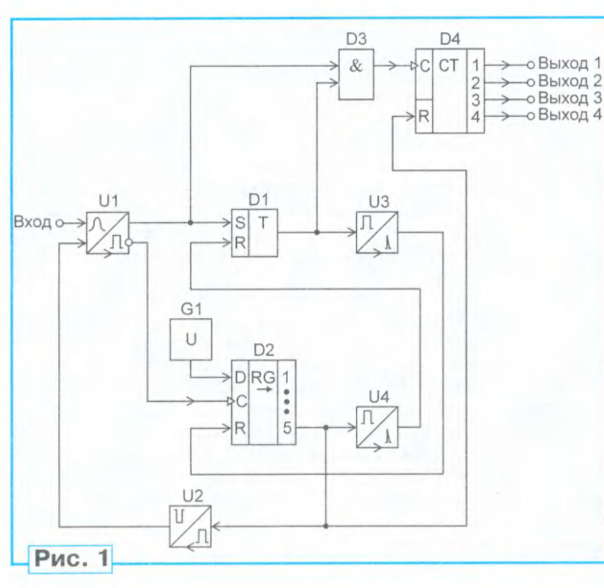


Рис. 1

Предлагаю свободный от указанного недостатка свой вариант дешифратора команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. Он предназначен для работы с шифратором команд, описанным в [4], но может быть использован и с другими аналогичными устройствами. Техническое решение, положенное в основу этого дешифратора команд, защищено патентом Российской Федерации на изобретение [5].

Основные технические характеристики

Число дешифрируемых каналов 4
Входное сопротивление, кОм, не менее 5
Амплитуда синхроимпульсов на входе, В, не менее 1
Амплитуда канальных импульсов на выходе, В, не менее 4
Напряжение питания, В 5
Ток потребления, мА, не более 5

Функциональная схема дешифратора команд представлена на **рис. 1**, где D1 — RS-триггер; D2 — сдвиговый регистр; D3 — логический элемент 2И; D4 — счётчик-распределитель канальных импульсов; G1 — формирователь напряжения высокого логического уровня; U1 — пороговое устройство; U2 — формирователь прямоугольных импульсов напряжения фиксированной длительности; U3, U4 — формирователи коротких импульсов напряжения.

На **рис. 2** приведены временные диаграммы импульсных напряжений в характерных точках дешифратора команд, поясняющие его работу (для наглядности масштаб по осям абсцисс и ординат не соблюдён).

Дешифратор команд работает так. В четырёхканальной системе дистанционного пропорционального управления на вход дешифратора команд с выхода приёмника поступает последовательность из пяти искажённых шума-

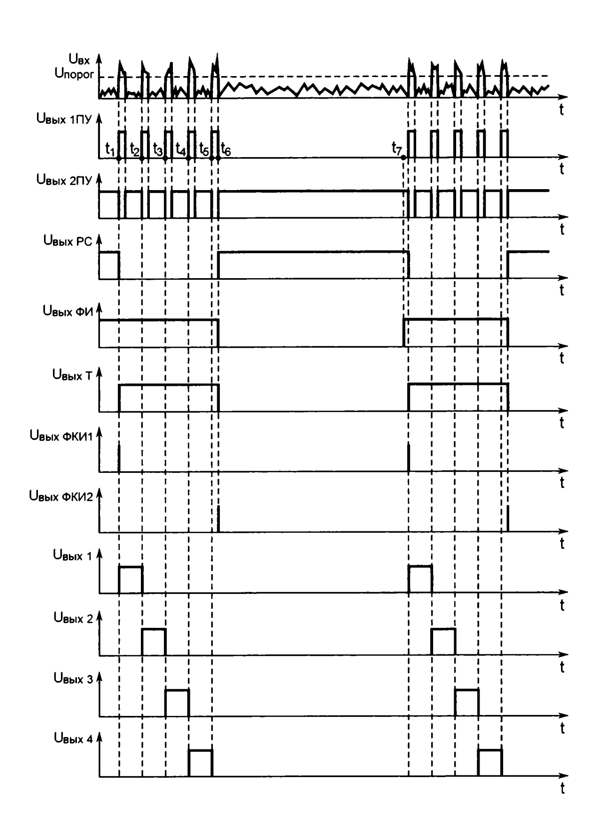


Рис. 2

ми синхроимпульсов канальной посылки $U_{\text{вх.}}$. При превышении этими синхроимпульсами порогового напряжения $U_{\text{порог}}$, установленного выше максимального уровня шумовых выбросов, пороговое устройство U1 в моменты времени t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 формирует на своём прямом и инверсном выходах фронт прямоугольных импульсов напряжения $U_{\text{вых.1пу}}$ и спад противофазных импульсов напряжения $U_{\text{вых 2пу}}$ соответственно, при этом длительность импульсов напряжения $U_{\text{вых 1пу}}$ определяется длительностью синхроимпульсов канальной посылки, а длительность импульсов напряжения $U_{\text{вых 2пу}}$ — длительностью временного интервала между спадом и фронтом смежных синхроимпульсов этой канальной посылки.

В момент времени t_1 с прямого выхода порогового устройства U1 на вход S установки в единичное состояние RS-триггера D1 поступает импульс напряжения $U_{\text{вых.1пу}}$ высокого логического уровня, в результате чего на выходе RS-триггера D1 формируется напряжение $U_{\text{вых Т}}$ высокого логического уровня. Это напряжение подаётся на один из входов логического элемента 2И D3, а также на вход формирователя коротких импульсов U3.

В момент времени t_1 формирователь коротких импульсов U3 формирует на своём выходе кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вых ФКИ1}}$ с низкого на высокий логический уровень. Этот перепад напряжения поступает на вход установки в нулевое состояние сдвигового регистра D2, при этом во всех его разрядах формируется напряжение $U_{\text{вых.РС}}$ низкого логического уровня.

Поскольку в этот момент логический элемент 2И D3 открыт напряжением $U_{\text{вых.Т}}$ высокого логического уровня, на выход этого логического элемента проходят импульсы напряжения $U_{\text{вых.1пу}}$, которые поступают на тактовый вход счётчика-распределителя канальных импульсов D4.

Счётчик-распределитель канальных импульсов D4 восстанавливает ширину канальных импульсов и распределяет их по соответствующим выходам дешифратора команд телеуправления: в момент времени t_1 на первом выходе счётчика-распределителя канальных импульсов D4 формируется напряжение $U_{\text{вых.1}}$ высокого логического уровня, а в момент времени t_2 — низкого логического уровня; в момент времени t_2 на втором выходе счётчика-распределителя канальных импульсов D4 формируется напряжение $U_{\text{вых 2}}$ высокого логического уровня, а в момент времени t_3 — низкого логического уровня; в момент времени t_3 на третьем выходе счётчика-распределителя канальных импульсов D4 формируется напряжение $U_{\text{вых 3}}$ высокого логического уровня, а в момент времени t_4 — низкого логического уровня; в момент времени t_4 на четвёртом выходе счётчика-распределителя канальных импульсов D4 формируется напряжение $U_{\text{вых.4}}$ высокого логического уровня, а в момент времени t_5 — низкого логического уровня.

Одновременно с этим на тактовый вход C сдвигового регистра D2 с инверсного выхода порогового устройства U1 поступают импульсы напряжения $U_{\text{вых 2пу}}$. Поскольку на информационный вход D сдвигового регистра D2 с выхода формирователя напряжения G1 подано напряжение высокого логического уровня, сдвиговый регистр D2 с приходом каждого импульса этой последовательности осуществляет сдвиг напряжения высокого логического уровня от младшего к старшему разряду.

В момент времени t_6 на прямом выходе порогового устройства U1 формируется спад импульса напряжения $U_{\text{вых.1пу}}$. В этот момент на инверсном выходе порогового устройства U1 появляется импульсный перепад напряжения $U_{\text{вых.2пу}}$ с низкого на высокий логический уровень. Под воздействием этого перепада напряжения на выходе старшего разряда сдвигового регистра D2 появляется напряжение $U_{\text{вых.РС}}$ высокого логического уровня, которое поступает на вход формирователя коротких импульсов U4 и на вход R установки в нулевое состояние счётчика-распределителя канальных импульсов D4, блокируя его переключение независимо от наличия импульсов на его тактовом входе C.

В момент времени t_6 на выходе формирователя коротких импульсов U4 появляется кратковременный перепад напряжения $U_{\text{вых.ФКИ2}}$ с низкого на высокий логический уровень. Этот перепад напряжения поступает на вход R установки в нулевое состояние RS-триггера D1, в результате чего на выходе этого триггера формируется перепад напряжения $U_{\text{вых Т}}$ с высокого на низкий логический уровень.

Напряжение $U_{\text{вых.Т}}$ низкого логического уровня, поданное на соответствующий вход логического элемента 2И D3 с выхода RS-триггера D1, блокирует прохождение на выход этого логического элемента импульсов напряжения $U_{\text{вых 1пу}}$, при этом на выходе логического элемента 2И D3, а также на тактовом входе C счётчика-распределителя D4 канальных импульсов формируется напряжение низкого логического уровня.

В момент времени t_6 на входе формирователя импульсов фиксированной длительности U2 появляется напряжение $U_{\text{вых РС}}$ высокого логического уровня. Под воздействием этого напряжения формирователь импульсов U2 формирует на своём выходе импульсный перепад напряжения $U_{\text{вых ФИ}}$ с высокого на низкий логический уровень длительностью $\tau_{\text{ФИ}} = t_7 - t_6$, где t_7 — момент времени окончания наиболее короткой синхропаузы канальной посылки, которая формируется при максимальном значении длительности всех её канальных импульсов.

Выходное напряжение $U_{\text{вых ФИ}}$ формирователя импульсов фиксированной длительности U2 поступает на вход блокировки порогового устройства U1. При наличии на этом входе напряжения низкого логического уровня на прямом выходе порогового устройства U1 формируется напряжение $U_{\text{вых.1пу}}$ низкого логического уровня, а на инверсном выходе — напряжение $U_{\text{вых 2пу}}$ высокого логического уровня независимо от изменения напряжения $U_{\text{вх}}$ на сигнальном входе порогового устройства U1, что, в свою очередь, блокирует переключение RS-триггера D1, сдвигового регистра D2 и счётчика-распределителя канальных импульсов D4.

После окончания синхропаузы на вход дешифратора команд поступает следующая последовательность синхроимпульсов канальной посылки $U_{\text{вх.}}$, при этом вышеописанные процессы периодически повторяются.

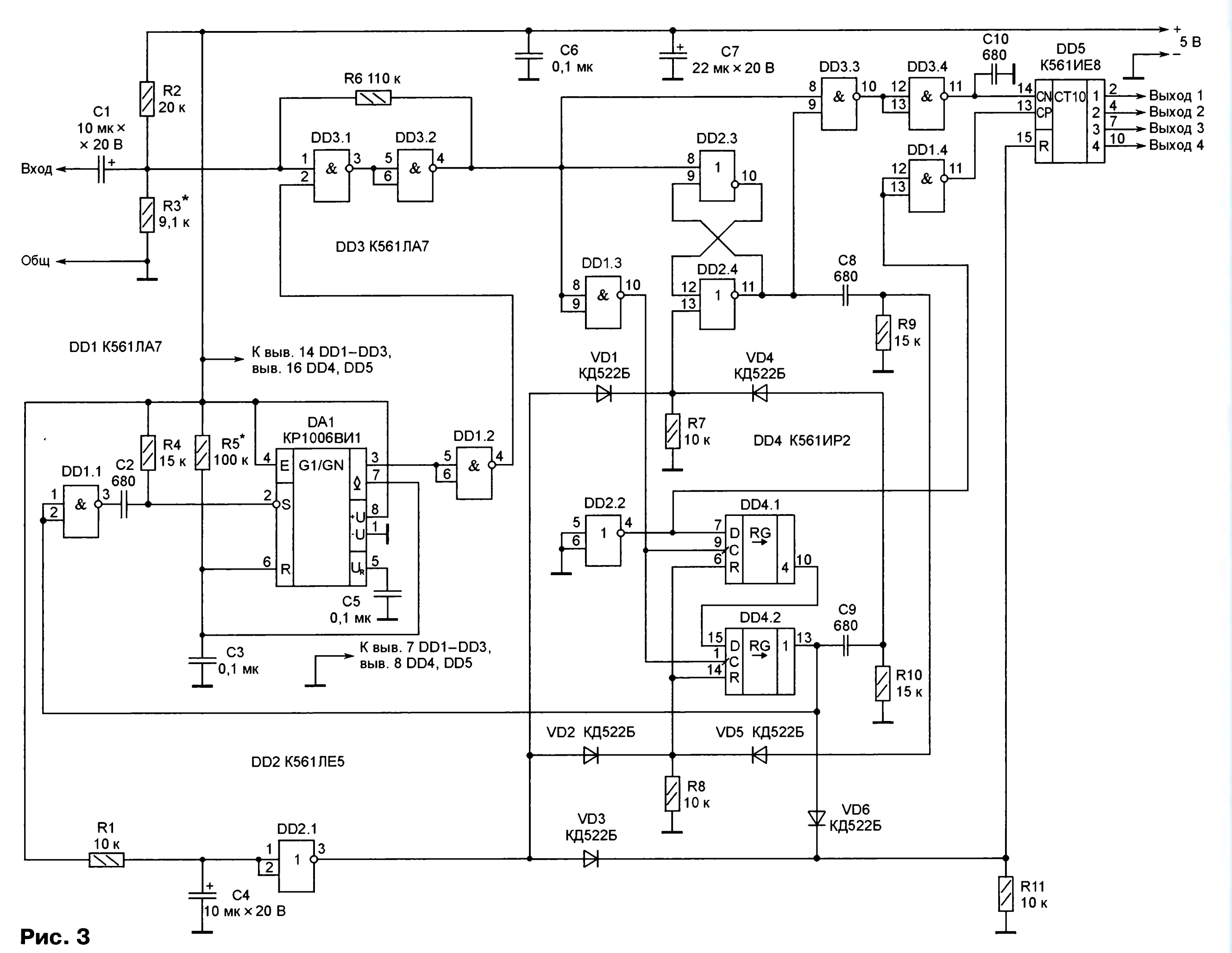


Рис. 3

Таким образом, в предлагаемом дешифраторе команд счётчик-распределитель канальных импульсов D4 блокирован от переключения на протяжении всей синхропаузы канальной посылки дешифрируемого сигнала, а пороговое устройство U1 — на временном интервале, равном длительности наиболее короткой синхропаузы этого сигнала, что в совокупности повышает защищённость дешифратора команд от импульсных помех во время формирования передатчиком синхропаузы, когда на вход дешифратора команд синхроимпульсы не поступают.

На **рис. 3** представлена принципиальная схема дешифратора команд. Логические элементы DD1.3, DD3.1, DD3.2, резисторы R2, R3, R6 и разделительный конденсатор C1 образуют пороговое устройство (U1 на рис. 1) — триггер Шмитта. Его прямой выход — вывод 4 логического элемента DD3.2, инверсный выход — вывод 10 логического элемента DD1.3. Вывод 2 элемента DD3.1 — вход блокировки порогового устройства U1. Делитель напряжения R2R3 формирует на выводе 1 элемента DD3.1 напряжение смещения, которое суммируется с поступающим на вход дешифратора команд импульсным напряжением канальной посылки. При достижении этим суммарным напряжением порогов включения и выключения триггера Шмитта на его выходе формируются прямоугольные импульсы напряжения с крутыми фронтом и спадом соответственно. Резистор R6 — элемент положительной обратной связи триггера Шмитта, определяющий разность его порогов включения и выключения.

На интегральном таймере DA1, включённых инверторами логических элементах DD1.1, DD1.2, резисторах R4, R5 и конденсаторах C2, C3, C5 собран формирователь прямоугольных импульсов напряжения фиксированной длительности (U2 на рис. 1). Дифференцирующая цепь R4C2 формирует на своём выходе кратковременный перепад напряжения с высокого на низкий уровень. Этот перепад напряжения запускает включённый по типовой схеме одновибратора интегральный таймер DA1. Длительность выходных импульсов одновибратора задана интегрирующей цепью R5C3 и равна приблизительно 11 мс. Конденсатор C5 — фильтрующий.

Дифференцирующие цепи C8R9VD5, C9R10VD4 — формирователи коротких импульсов напряжения (U3, U4 на рис. 1).

На логических элементах DD2.3, DD2.4 собран RS-триггер (D1 на рис. 1). Микросхема DD4 образует пятиразрядный сдвиговый регистр (D2 на рис. 1). Включённый инвертором логический элемент DD2.2 — формирователь напряжения высокого логического уровня (G1 на рис. 1). Логические элементы DD3.3, DD3.4 — элемент 2И (D3 на рис. 1), DD5 — счётчик-распределитель канальных импульсов (D4 на рис. 1). Включённый инвертором логический элемент DD1.4 формирует напряжение низкого логического уровня на входе CP этого счётчика (выв. 13 DD5), что необходимо для переключения счётчика фронтом импульсов, поступающих на вход CN (выв. 14 DD5). Конденсатор C10 — фильтрующий.

Интегрирующая цепь R1C4, включённый инвертором логический элемент DD2.1, диоды VD1—VD3 и резисторы R7, R8, R11 образуют функциональный узел (на рис. 1 условно не показан), обеспечивающий начальную установку RS-триггера, образованного логическими элементами DD2.3, DD2.4, сдвигового регистра DD4 и счётчика-распределителя канальных импульсов DD5 в нулевое состояние при подключении к дешифратору команд напряжения питания. Диод VD6 обес-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

печивает прохождение в соответствующий момент с выхода пятого разряда сдвигового регистра DD4 (выв. 13 DD4.2) напряжения высокого логического уровня на вход R установки в нулевое состояние счётчика распределителя канальных импульсов DD5 (выв.15 DD5).

Дешифратор команд питается стабилизированным напряжением +5 В. Конденсаторы С6, С7 — фильтрующие.

Монтаж дешифратора команд выполнен навесным способом на макетной плате.

В дешифраторе команд применены танталовые оксидно-полупроводниковые конденсаторы К53-16 и керамические конденсаторы К10-17-1а. Конденсатор С3 — плёночный К73-17. Вместо конденсаторов этих типов можно использовать другие аналогичные. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или другими подобными, например, серий КД503, КД521. Микросхемы серии К561 заменимы функциональными аналогами серии 564 или импортными.

Налаживание дешифратора команд сводится к установке резистором R3 на выводе 1 логического элемента DD3.1 такого напряжения смещения (приблизительно 1,5 В), при котором обеспечивается восстановление триггером Шмитта формы искажённых шумами синхроимпульсов канальной посылки с амплитудой не менее 1 В. Длительность временного интервала, на котором триггер Шмитта заблокирован во время синхропаузы канальной посылки, корректируют подбором резистора R5.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Войцеховский Я.** Дистанционное управление моделями. Пособие моделиста и радиолюбителя. Пер. с польск. Под ред. А. П. Павлова и Н. Н. Путятина. — М.: Связь, 1977, с. 180—186, 188—195.

2. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями / Пер. с нем. В. Н. Пальянова. — М.: ДОСААФ, 1980, с. 45—114.

3. **Днищенко В. А.** 500 схем для радиолюбителей. Дистанционное управление моделями. — С.Пб.: Наука и техника, 2007, с. 20—37, 352—355.

4. **Ильин О.** Шифратор команд для многоканальной системы дистанционного пропорционального управления моделями. — Радио, 2021, № 12, с. 28—31.

5. **Ильин О. П.** Дешифратор команд телеуправления. Патент РФ № 2754348. — Бюл., 2021, № 25.

Микросхема TPS63000 в светодиодном фонаре

П. ЮДИН, г. Уфа

Уже достаточно давно выпускается микросхема TPS63000 [1], которая предназначена для построения повышающего—понижающего преобразователя напряжения. У микросхемы весьма неплохие параметры. При входном напряжении от 1,8 В до 5,5 В выходное напряжение может быть от 1,2 В до 5,5 В, которое устанавливается с помощью резистивного делителя. При этом максимальный выходной ток микросхемы зависит от входного и выходного напряжений, и его можно определить по графику, представленному в документации. Например, при напряжении на выходе 3,3 В и входном напряжении от 3,6 В до 5,5 В ток нагрузки может достигать 1200 мА, а в повышающем режиме при входном напряжении от 2,4 В — 800 мА. Собственный ток потребления микросхемы составляет 50 мкА, при этом КПД доходит до 96 %. Также имеется тепловая защита, а переход из понижающего режима в повышающий и обратно происходит автоматически.

Всем хороша эта микросхема, но дело осложняется её небольшим корпусом (10-pin QFN) размерами 3×3 мм. Привычных нам ленточных выводов у него нет, а есть только контактные площадки внизу и немного по бокам пластикового корпуса. Кроме того, в документации особые требования предъявляются к топологии печатной платы и к применяемым дросселям и конденсаторам, которые должны быть определённых производителей. Хочу поделиться собственным опытом применения этой микросхемы на примере дора-

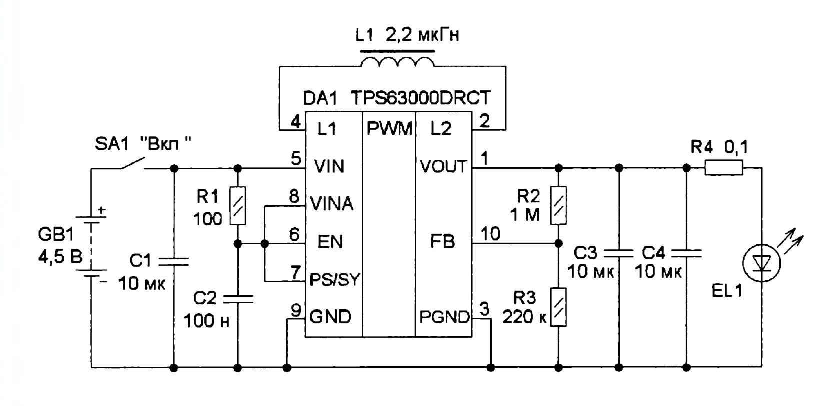


Рис. 1

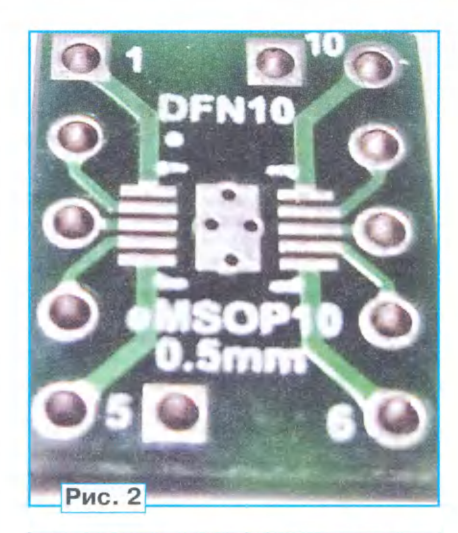


Рис. 2

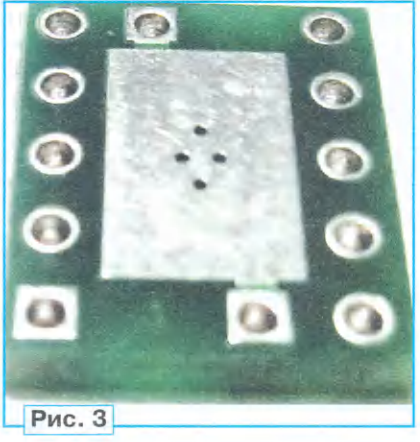


Рис. 3

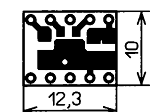
РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

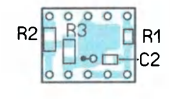
ботки светодиодного фонаря, при этом существенно улучшаются его эксплуатационные характеристики и более полно используются элементы питания.

Схема фонаря показана на **рис. 1**. Преобразователь построен по стандартной схеме, рекомендованной производителем. В схему также включены элементы, относящиеся к фонарю, — выключатель SA1, токоограничивающий резистор R4 и светодиод EL1. Резистивный делитель R2R3 задаёт выходное напряжение преобразователя. Сопротивление резистора R3 рекомендовано производителем, а сопротивление резистора R2 рассчитывается по формуле и для напряжения 3 В составляет 1 МОм. Резистор R4 — штатный, от фонаря, и расположен рядом со светодиодом, поэтому место на плате для него отсутствует. Если такого резистора в фонаре нет, чем грешат недорогие фонари определённых производителей, необходимо предусмотреть место под его установку.

Монтаж микросхемы был произведён следующим образом. Для установки микросхемы в одном из интернет-магазинов была подобрана подходящая переходная плата. И хотя в литературе встречаются такие платы с разными обозначениями, для установки микросхемы прекрасно подошла переходная плата DFN10 eMSOP10 0,5mm [2], показанная на **рис. 2**. Пайка была произведена без применения паяльной станции, которой на тот момент не было, а с применением жидкого флюса тонким жалом маломощного паяльника, так, чтобы не перегреть, вначале необходимо залудить контакты и металлическую площадку снизу корпуса, которая припаивается к площадке на плате. Оставшегося и там, и там припоя должно хватить для пайки микросхемы. Также лудят площадку-теплоотвод с обратной стороны переходной платы (**рис. 3**), оставляя немного больше припоя, чем в двух предыдущих случаях.

Микросхему устанавливают на своё посадочное место так, чтобы контактные площадки корпуса совпали с дорожками печатной платы, не забывая про ключ микросхемы. Это требует немного терпения и аккуратности. Далее корпус микросхемы необходимо зафиксировать, например, алюминиевой прищепкой, которая будет являться ещё и теплоотводом для микросхемы во время пайки. Потом паяльником нагревают площадку-теплоотвод на нижней стороне переходной платы, а так как она соединена несколькими металлизированными отверстиями с верхней площадкой, то припой на верхней площадке также плавится и дно микросхемы оказывается припаянным. Размеры площадок — небольшие, поэтому процесс пайки происходит достаточно быстро. Главное, чтобы не было излишков припоя, который может замкнуть контакты микросхемы. Затем заточенным жалом поочерёдно нагревают контактные площадки переходной платы у каждого из выводов микросхемы. Припой на площадке плавится, вывод запаивается. Качество контакта контролируют с помощью увеличительных очков с боков, где расположены выводы. Так были смонтированы пять экземпляров микросхемы. Конечно, при наличии паяльной станции с феном процесс заметно упрощается.





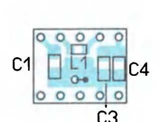


Рис. 4 а) б)

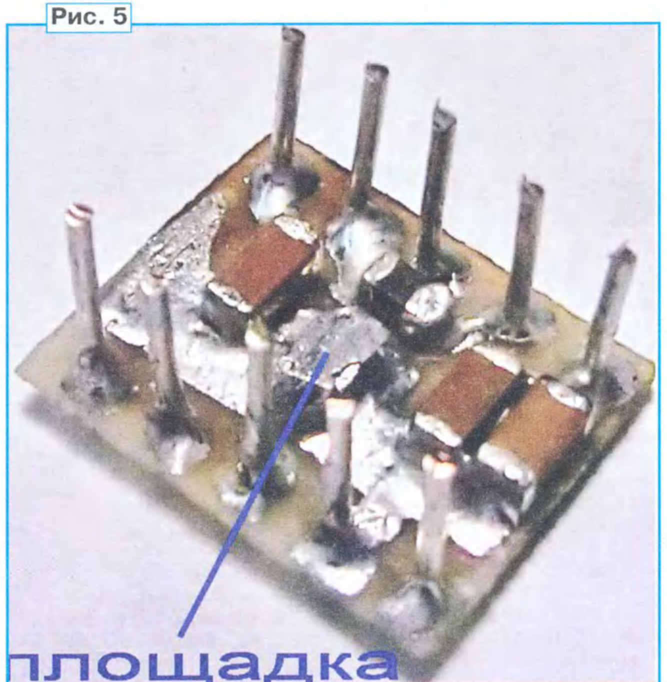


Рис. 5

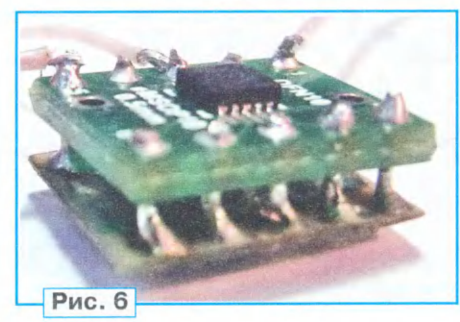


Рис. 6

Как уже указывалось, расположение элементов и разводка печатных проводников имеют большое значение. Блокировочные конденсаторы, дроссель и микросхема должны быть расположены как можно ближе друг к другу. Резистивный делитель R2R3 обратной связи должен быть как можно ближе к выводу GND микросхемы преобразователя. Так как печатные проводники самой переходной платы уже имеют определённую длину, для более компактного размещения было решено элементы обвязки разместить на другой плате, такого же размера и расположенной под переходной. Плата — с двухсторонним расположением элементов, на верхней стороне расположены дроссель L1 и конденсаторы C1, C3, C4. На нижней стороне расположены резисторы R1—R3 и конденсатор C2. Чертёж платы показан на **рис. 4**,а и рис. 4,б, а внешний вид собранной платы — на **рис. 5**. Платы соединены между собой с помощью выводов-стоек, изготовленных из отрезков медного лужёного провода. Для дополнительного отвода тепла от микросхемы на плате с элементами в середине общей шины сформирована площадка из припоя, выровненная надфилем. После сборки двух плат она должна касаться теплоотводящей площадки переходной платы с нижней стороны, а между ними наносится теплопроводная паста. Всё это должно предотвратить перегрев микросхемы даже при значительном потребляемом нагрузкой токе.

Поскольку возможности выбирать элементы определённых производителей не было, были установлены те, что были в продаже для поверхностного монтажа. Дроссель L1, конденсатор C2, резистор R1 — типоразмера 0805. Конденсаторы C1, C3, C4, резисторы R2, R3, R4 — типоразмера 1206. Штатный светодиод фонаря — неизвестного типа, белого свечения с теплоотводом. При подаче на него напряжения 3 В потребляемый ток был 200 мА, а при напряжении 2,8 В он уменьшался до 65 мА. При подаче напряжения устройство заработало сразу и налаживания не потребовало. Источник питания фонаря — батарея гальванических элементов напряжением 4,5 В. Преобразователь начинал работать с нижней границы интервала рабочих напряжений — 1,8 В. Внешний вид собранного устройства показан на **рис. 6**.

ЛИТЕРАТУРА

1. TPS63000. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/007/DOC013007812.pdf** (28.01.22).

2. DFN10 eMSOP10. — URL: **https://aliexpress.ru/item/1377580967.html?sku_id=53356854924** (28.01.22).

От редакции. Чертежи печатной платы находятся по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/tps.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

РЕШЕТНИКОВ И. КРИСС: восьмиразрядный компьютер для широкого спектра задач. — Радио, 2021, № 1, с. 25—31.

Уточнение типа кварцевого резонатора ZQ1.

Автор статьи рекомендует использовать кварцевый резонатор частотой 32768 Гц (ZQ1) Geyer 12.80107, отмечая очень хорошую точность хода часов реального времени на микросхеме DS1305 (DD4) с таким резонатором.

ШУМИЛОВ А. Вариант светодиодной мигалки. — Радио, 2021, № 11, с. 60, 61.

Ошибка на схеме в статье.

В схеме на с. 60 этой статьи присутствует ошибка, связанная с нумерацией выводов микросхемы К217НТ3. Суть ошибки иллюстрирует **рис. 1**.

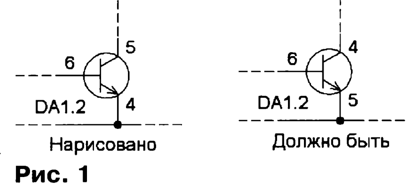


Рис. 1

КУЗЬМИНОВ А. Необычное использование аудиоусилителя LM1875T. — Радио, 2021, № 10, с. 34—42.

Ошибка на схеме рис. 27 в статье.

Полярность включения светодиода HL1 на рис. 27 в статье следует изменить на противоположную.

НЕЧАЕВ И. Тестер варисторов, супрессоров, стабилитронов, неоновых ламп, газовых разрядников, светодиодных матриц. — Радио, 2021, № 1, с. 17—21.

Наш читатель Руслан Корниенко при изготовлении этого тестера взамен сравнительно редкой оптопары CNZ3731 с выходным транзисторным каскадом по схеме Дарлингтона применил более распространённые оптопары АОТ127А (4N33) и АОТ110В. Однако в этом случае при тестировании радиоэлементов фототранзистор оптопары начинает открываться значительно раньше номинального напряжения тестируемой детали. Например, при проверке варистора с классификационным напряжением 560 В показания вольтметра останавливаются примерно на 240 В. Для устранения этого эффекта оказалось достаточным установить резистор сопротивлением около 2,2 кОм параллельно излучающему ИК-диоду оптопары.

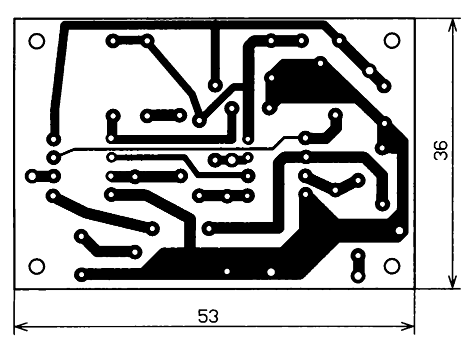


Рис. 3

МЕЛЬНИКОВ А. Регулятор для мощного нагревателя. — Радио, 2021, № 11, с. 36, 37.

Печатная плата.

Большинство элементов устройства размещено на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы показан на **рис. 2**. Применены выводные элементы. Неполярные конденсаторы — керамические К10-7В, К10-17. Резисторы — МЛТ, С2-23, диоды — 1N4148, КД521А, КД522Б, транзистор — 2N7000, BS170.

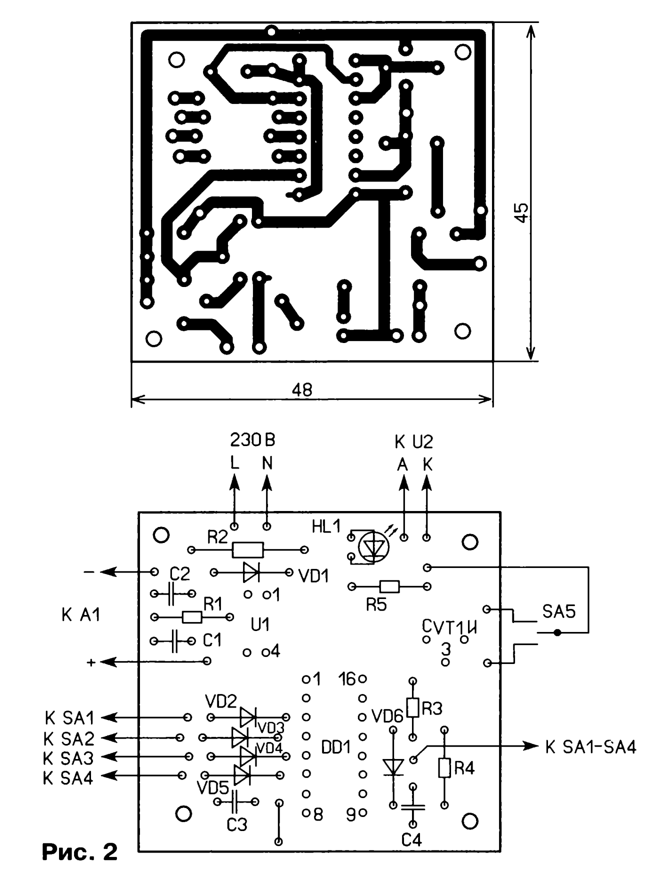
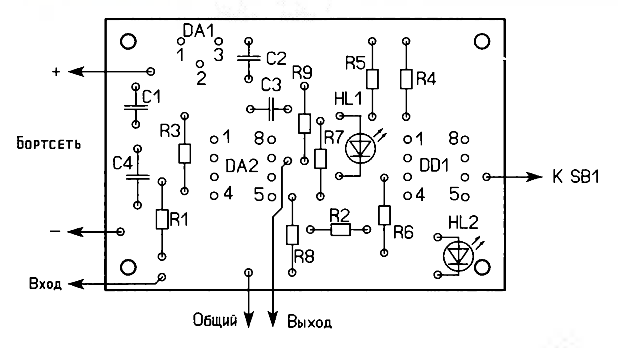


Рис. 2

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/nagrev.zip на нашем FTP-сервере.



БУЛЫЧЕВ Ю. Самообучающийся адаптер для автосигнализации StarLine A93. — Радио, 2022, № 1, с. 42, 43.

Печатная плата.

Все элементы устройства размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы и схема размещения на ней элементов показан на **рис. 3**. Применены выводные элементы. Конденсаторы — керамические К10-7В, К10-17 или плёночные серии К73. Резисторы — МЛТ, С2-23. Обратите внимание, что вывод 1 микросхемы DA1 соединён с выводом 7 микросхемы DD1, а верхние выводы резисторов R5 и R7 должны быть соединены с выводом 3 микросхемы DA1.

От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/adapter.zip на нашем FTP-сервере.

Успехи крымских спортсменов в соревнованиях по СРП в 2021 году

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

С 24 августа по 3 сентября 2021 г. в г. Банско (Болгария) состоялись соревнования по спортивной радиопеленгации (СРП): Кубок, Чемпионат и Первенство Европы. В сборную команду России впервые в истории были включены семь крымских спортсменов (включая ветеранские группы). Из них поехать на соревнования смогли только



Фото 2

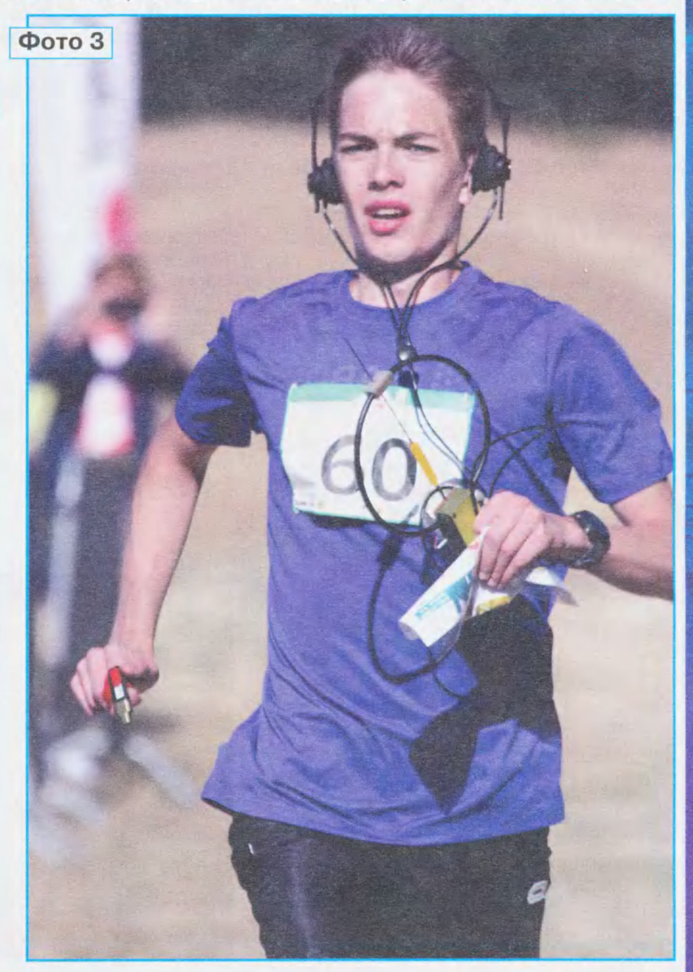


Фото 3

четверо: КМС Тимур Ведмецкий, МС Кирилл Воротников, КМС Андрей Воротников и МСМК Екатерина Ромашкевич. Для Андрея и Тимура это был дебют, они впервые выезжали на международные старты.

Всего в соревнованиях участвовали команды из 22 стран Европы. Из-за карантинных мер не все страны смогли принять участие в соревнованиях. Однако страны-лидеры были в полном составе. Как всегда, борьба за медали среди участников развернулась между спортсменами России, Украины и Чехии. Было приятно, что крымчане (воспитанники Николая Викторовича Бирюкова и Екатерины Фёдоровны Ромашкевич (UB6KAP)) оправдали надежды тренеров и нашей страны. В общей сложности крымские спортсмены привезли домой в Крым 19 медалей ***(фото 1 на 3-й с. обложки)***. На фото слева—направо: Кирилл Воротников, Тимур Ведмецкий, Екатерина Ромашкевич, Андрей Воротников.

Персональные награды крымчан:

Тимур Ведмецкий (**фото 2**) — второе и два третьих места в различных номинациях в личном зачёте в Первенстве Европы и две медали в составе команды юношей в возрастной группе М-14;

Андрей Воротников (**фото 3**) — третье место в личном зачёте Первенства Европы и две медали в составе команды юношей возрастной группы М-16. По результатам соревнований на Андрея Воротникова поданы документы на присвоение ему звания Мастера спорта Российской Федерации;

Кирилл Воротников ***(фото 4 на 3-й с. обложки)*** — третье место на Кубке Европы и первое место в команде на Чемпионате Европы;

Екатерина Ромашкевич (**фото 5**) — первое, два вторых и два третьих места в личном зачёте в возрастной группе Ж-45 и две медали в командном зачёте.



Фото 5

Как видим, руководитель крымских спортсменов Екатерина Ромашкевич оказалась играющим тренером — сама приняла участие в составе российской команды как представитель от женщин, где заняла в её составе первое место ***(фото 6 на 3-й с. обложки)***. На фото она в центре всех награждённых.

Здесь хочется сказать несколько слов о Екатерине. Она начала заниматься спортивной радиопеленгацией в Старом Крыму с девяти лет. Первым её тренером был радиоинженер Эдуард Викторович Коваленко (RX7KA). Путь в радиоспорт Екатерины определила её мама Татьяна Сергеевна — преподаватель математики в средней школе в Старом Крыму, которая внимательно следила за успехами дочери, а позднее и детей Екатерины. К сожалению, Татьяна Сергеевна ушла из жизни в 2021 г. В период учёбы в Севастопольском приборостроительном институте Катю тренировал выпускник института Николай Бирюков. После окончания вуза и переезда в Симферополь Екатерина сама стала тренировать молодых спортсменов, в том числе своих двоих сыновей Андрея и Кирилла. Кстати, Екатерина Фёдоровна — многодетная мама! В семье у неё подрастает ещё один сын.

В настоящее время Екатерина Ромашкевич — заместитель председателя регионального отделения СРР по Республике Крым. Региональное отделение СРР прошло аккредитацию в Министерстве спорта Совета министров Республики Крым, которое вместе с региональным отделением ДОСААФ Крыма оказывает финансовую помощь в организации поездок наших спортсменов на различные соревнования за пределы Крыма.

Как отмечает Екатерина Ромашкевич, залогом успехов крымских спортсменов являются серьёзное отношение к тренировкам, самодисциплина и ответственность. Тренироваться приходится в самых различных погодных условиях летом и зимой. Наставник отмечает, что чем сложнее погодные условия (жара, холод, мороз, осадки и пр.), тем лучший результат показывают крымские спортсмены на тренировках.

После поездки в Болгарию крымские спортсмены вновь с рвением приступили к тренировкам, ведь впереди, в 2022 г., — Чемпионат, Кубок и Первенство мира по СРП!

Примечание: Все фотографии — из архива Е. Ф. Ромашкевич.



Мемориал "Память" — 2021

В мемориале "Память", проводимом редакцией журнала "Радио" совместно с Союзом радиолюбителей России, нет традиционных призов — кубков, медалей, плакеток. Основной смысл мемориала заключается в том, чтобы работой в эфире вспомнить ушедших из жизни радиолюбителей и чтобы, пусть только в контрольных номерах, вновь прозвучали позывные этих коротковолновиков. Победители и призёры мемориала получают лишь памятные дипломы редакции журнала "Радио".



Среди тех, кто работал телеграфом, наиболее активным был Анатолий Медов (R3EC) из д. Жуковки Орловской обл., участвовавший в мемориале в память об Энвере Агаеве (UA3ERD). На втором месте — Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл., который работал в память о брате Владимире Сергееве (UY7MM). В соревнованиях 2020 г. он также занял второе место в этой группе. На третьем месте — Леонид Радченко из г. Москвы (RA5A), работавший в память о Михаиле Могутове (RL3AA). В соревнованиях

2020 г. он также был третьим в этой группе.

Александр Козарезов (RD3ZO) из г. Алексеевки Белгородской обл., работавший в память о Юрие Кашлатом (RZ3V), оказался лучшим среди проводивших связи телефоном. На втором месте — Чермен Гулиев (UA3BL) из п. Власихи Московской обл., работавший в память об Александре Нилове (UA3QO). В соревнованиях 2020 г. он занял первое место в этой группе. На третьем месте — Владимир Мухин (RA3DAD) из г. Железнодорожного Московской обл., работавший в память о Викторе Магницком (RZ3DSD). В соревнованиях 2020 г. он также занял третье место в этой группе.

У работавших телеграфом и телефоном на первом месте — Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховки Волгоградской обл., участвовавший в мемориале в память об Артуре Сиволобове (RW4AA). В соревнованиях 2020 г. он также был лидером в этой группе. На втором месте — Павел Гончаров (UA6Y) из п. Трёхречный Майкопского района Республики Адыгея, работавший в память о Вячеславе Кучеренко (UA6YJ), на третьем — Павел Устинов (R9OK) из с. Плотниково Новосибирской обл., работавший в память об Александре Горелове (UA0YO).

Среди коллективных радиостанций наиболее активной была команда коллективной радиостанции ДОСААФ RC9J из г. Радужного, Ханты-Мансийский АО—Югра Тюменской обл., в составе Алексея Зотова (R9JR) и Александра Умарова (R9JE), работавшая в память о Леониде Георгиеше (RA9JBA). В соревнованиях 2020 г. команда заняла второе место в этой группе. На втором месте — команда клубной радиостанции МКУ "ЦПРСН" RM1T из г. Боровичи Новгородской обл. в составе Евгения Голыничева (R1TE), Владислава Беляева (RA1TI) и Сергея Корелякова (RC1TB), работавшая в память о Николае Пируеве (UA1UM), на третьем месте — команда коллективной радиостанции RK4HYT из с. Кинель-Черкассы Самарской обл. в составе Сергея Бахаева (RA4HBS), Кирилла Соляникова и Андрея Батунина, работавшая в память об Олеге Соллогубе (RZ4HL).

В группе среди всех остальных станций с одним оператором (не работавших в память о друзьях и наставниках) первенствовал Андрей Селин (RC9A) из г. Чебаркуля Челябинской обл. На втором месте — Николай Маслов (UG4P) из г. Нижнекамска Республики Татарстан, на третьем месте — Александр Гневашев (RN4SC) из с. Пайгусово Республики Марий Эл.

В группе среди всех остальных станций с несколькими операторами первое место заняла команда коллективной радиостанции RK9CYA из г. Ирбита Свердловской обл. в составе Виктора Чепурного (RK9CR), Софии Бобылевой и Виталия Гаврина. На втором месте — коллективная радиостанция RJ3ZC из г. Белгорода в составе Сергея Бодрова, Данила Абросина и Дмитрия Романова, на третьем месте — команда коллективной радиостанции RC9MAA Центра технического творчества "Мечта" из г. Омска в составе Ивана Гоменюка и Дмитрия Арланова.

В минувшем году в мемориале "Память" приняли участие около 140 радиолюбителей. Мы благодарим всех коротковолновиков, кто принял участие в этом мероприятии и прислал отчёты, кто почтил память своих учителей и коллег в эфире, для кого слова "память сердца" — это не пустой звук. Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, позывной SK, число связей, итоговый результат.

SINGLE_OP MEMORY CW

1	R3EC	UA3ERD	136	16350
2	R7MM	UY7MM	120	14456
3	RA5A	RL3AA	118	14114
4	UA3EDQ	RU3EJ	114	13930
5	R3QA	U3OA	105	12544
6	RA0R	UA0SY	106	12424
7	RK3ER	UA3EZ	91	10967
8	RW3X	UK8AU	89	10791
9	EW8OM	EW8MM	79	9864
10	UA3QAM	U3QD	71	8685
11	RN9RF	UA9RE	71	8663
12	RA9JM	RA9JBA	69	8326
13	UA9CTT	RU9CI	64	7719
14	RV3ZD	RW3ZA	62	7559
15	RN4SS	UA4SV	62	7289
16	RA4CL	UA4CIF	58	7201
17	RN3S	RW3DIT	51	6326
18	R1NO	U1NZ	53	6190
19	UA3PF	UA3PF	51	6053
20	RW3AI	UA3AAP	49	5965
21	R1BIL	RA1AF	48	5889
22	RN1KA	R1NV	46	5619
23	UT5IZ	UX1IL	46	5318
24	RA3TT	RT3T	39	4852
25	SD1A	SM1WXC	41	4805
26	R2AT	R3AG	32	3933
27	R1NI	UA1NDK	30	3727
28	R1ND	UA1NYL	29	3619
29	RM1F	UA1AAF	28	3395
30	RA3XCZ	RA3XFA	25	3176
31	RQ4F	UA4FNZ	25	3063
32	SF6W	SM6DLY	24	2874
33	R1QE	UA1OB	22	2756
34	R9CD	UA9CDR	21	2754
35	RU3MS	UA1OE	21	2723
36	R5FQ	U2FA	16	1911
37	RX3PR	UA3PAD	16	1909
38	RA3VE	RW3VU	14	1602
39	RD1A	UA1ARX	14	1563
40	UA1ZZ	RU1ZC	13	1539
41	UA9XO	UA9XGC	11	1411
42	N1RR	WM1K	10	1323
43	R7KA	UB5SP	9	1138
44	EW8G	EU8NN	8	968
45	RM3G	RA3GAM	9	961
46	UA0SBQ	UA1CEG	7	882
47	UA0QN	UA0QQQ	6	721
48	UA3SDN	UA3SEM	6	689
49	RL9L	RM3UA	2	255

SINGLE_OP MEMORY SSB

1	RD3ZO	R3ZV	67	7373
2	UA3BL	UA3QO	61	6643
3	RA3DAD	RZ3DSD	61	6256
4	RD5R	RG5R	51	5383
5	RA9SF	RU9SB	48	5246
6	UA9R	UA9QZ	35	3997
7	R7RIB	R7RW	25	2864
8	R2EL	R3EX	12	1412
9	RQ7R	U5EX	11	1188
10	RA3DQP	RX3AHM	10	1146
11	RN3FY	R3FB	10	1076
12	R3WZ	RX3WT	10	1034
13	RW9UET	UA9UCZ	7	838
14	RA0UK	UA0UAF	5	612
15	UA3ABR	UA3CA	6	599
16	UA1ABJ	UA1NM	2	224

SINGLE_OP MEMORY MIX

1	RL4A	RW4AA	166	19876
2	UA6Y	UA6YJ	152	17378
3	R9OK	UA0YO	137	15887
4	RW1A	UA1AAF	134	15484
5	RK8I	RQ9I	129	15418
6	RA9DZ	RC8C	117	13817
7	UN8PT	UN8PFD	115	13412
8	R4FD	R4FA	101	11541
9	RA0AY	UA9AB	92	10658
10	UA9CDC	RW6AN	80	9433
11	RZ9UO	U9UU	73	8647
12	UG4A	RZ4AJ	69	8172
13	UI8C	UA9CNV	61	7339
14	UG4I	RN4HFJ	58	7045
15	R7CA	RW0IZ	56	6451
16	RL3T	RT3T	50	5909
17	RD1T	UA0SY	39	4493
18	R3TM	UA3TZ	34	3921
19	R9QQ	RW9RO	28	3421
20	UA0UY	UA0VF	30	3380
21	UA3DLD	UA4AAC	24	2870
22	RW0UM	R0DW	21	2580
23	UA3X	R3EM	17	2054

MULTI_OP MEMORY

1	RC9J	RA9JBA	138	16049
2	RM1T	UA1UM	104	11653
3	RK4HYT	RZ4HL	89	10271
4	RN5X	RT5X	25	2909
5	RL9M	UA9ML	22	2204
6	RC9FC	RV9FR	12	1167
7	RX0L	UA0LDX	7	936

SINGLE_OP

1	RC9A	94	11420
2	UG4P	63	7606
3	RN4SC	56	6580
4	UA6HFI	51	6252
5	RA3NC	49	5966
6	UA9SMU	47	5372
7	R3AAA	37	4271
8	R3OR	33	4079
9	UA0UV	28	3703
10	R9MBY	28	2810
11	R9XS	18	2277
12	RO9L	17	1962
13	YO4AAC	9	1096

MULTI_OP

1	RK9CYA	65	6890
2	RJ3ZC	38	3962
3	RC9MAA	29	3197
4	RZ5Z	18	1644
5	RT3Z	9	886

CHECKLOG

1	RM6Y	RA6YA	103	12620
2	R1NW	RN1NK	53	6374
3	RM2R		41	4915
4	R4BZ	RW4AA	15	1896
5	RA9UAD	UA9VB	14	1522
6	RV3DBK		4	484

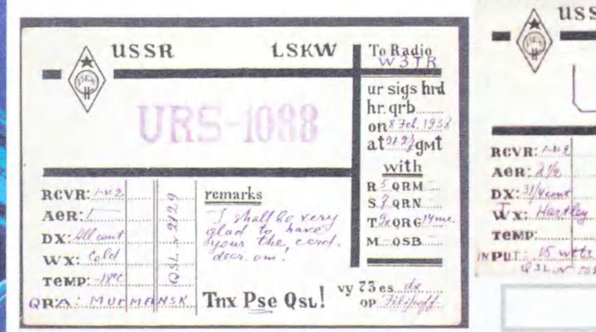
Евгений Филиппов — лучший наблюдатель (1930—1940-е годы)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Евгений Васильевич Филиппов в 1927 г. одним из первых в Заполярье собрал детекторный приёмник.

Работая оператором радиостанции контроля (Мурманская обл., Полярный, п/я 2235/2), Евгений вошёл в историю как один из самых активных наблюдателей страны второй половины 30-х годов.

__Примечание__. Сегодня можно только предположить, что эта радиостанция контроля входила в состав Главного управления Северного морского пути (ГУСМП), в котором с 1941 г. по 1948 г. заместителем И. Д. Папанина был Э. Т. Кренкель (RAEM) [1].



QSL URS-1088.

В первой половине 30-х годов он получает наблюдательский позывной URS-1088 и сразу становится членом LSKW.

Как отмечал журнал "Радиофронт", URS-1088 отправлял в бюро много QSL's. Например, только за два квартала 1936 г. — 886 шт.

Регулярно в редакцию журнала он посылал как короткие свои заметки о новостях на любительских диапазонах, так и обзорные статьи (с составленными таблицами и графиками) прохождения радиоволн на 20 м в районе Мурманска [2, 3].

В 1937 г. в журнале "Радиофронт" была опубликована его учебная статья для будущих URS's.

История сохранила и более раннюю его QSL [4] за проведение наблюдения работы позывного UPOL — экспедиции "Северный полюс", радистом которой был Э. Т. Кренкель (RAEM).

__Примечание__. К сожалению, QSL в журнале "Радиофронт" была очень маленького размера, весьма низкого качества (сильный серый фон), и с трудом были восстановлены некоторые её фрагменты.

QSL U1DN.



QSL, присланная Евгением Васильевичем Филипповым в редакцию журнала "Радиофронт" в знак подтверждения приёма сигналов UPOL.

В 1937 г. Евгений Васильевич, набрав 4370 очков, занимает первое место среди 13 ленинградских SWL's во втором телефонном тесте Ленинград — Москва [5].

В 1938 г. Е. В. Филиппов получает позывной U1DN.

Во время войны Евгений Васильевич Филиппов был радистом на Северном флоте. Его боевой путь был отмечен двумя орденами и двумя медалями.

В январе 1947 г. он получил позывной URSA-1-68 и за четыре месяца принял работу коротковолновиков из 114 стран.

Евгений Васильевич становится двукратным победителем Всесоюзных соревнований коротковолновиков ОСОАВИАХИМ (по группе URS — "Коротковолновики-наблюдатели"):

— в мае 1947 г. проходили "3-и Всесоюзные соревнования коротковолновиков ОСОАВИАХИМ" (продолжительность — 12 ч), в которых URSA-1-68 провёл 492 наблюдения;

— 1 октября 1947 г. проходили "4-е Всесоюзные соревнования коротковолновиков ОСОАВИАХИМ" (продолжительность — 24 ч), в которых URSA-1-68 провёл 263 наблюдения, и ему было присвоено впервые учреждённое звание "Чемпион ОСОАВИАХИМ СССР 1947 г. по радиоприёму".

Его успехи отмечаются в [6].

7 мая 1948 г. Е. Филиппов был награждён значком "Почётный радист".

В 1949 г. его наблюдательский позывной был заменён на UA1-68.

В 1949 г. ЦРК СССР учреждает диплом "Работал с 100 областями" ("Р-100-О", для наблюдателей выдавался под тем же названием), который Е. В. Филиппов в 1951 г. получает за № 1 [7, с. 234].

В сентябре 1952 г., имея подтверждёнными приёмы сигналов радиостанций 105 областей, UA1-68 продолжал лидировать среди наблюдателей в постоянных соревнованиях, что нашло



QSL UA1-68.



Евгений Васильевич Филиппов (1950 г.).

отражение в соответствующей "Таблице достижений".

Е. В. Филиппов продолжает увлекаться выполнением условий других дипломов, стараясь получить их первые номера (см. ниже).

В середине 50-х годов Евгений Васильевич переезжает в Ростов и получает позывной УА6ЛФ [8, с. 47]. Работая в эфире, Евгений передаёт свое имя как "Фил" (Phil), которое становится расхожим при разговоре коротковолновиков Ростова между собой о его персоне.

В 1958 г. UA6LF получает за № 1 диплом WBE, а в 1959 г. — за № 1 дипломы AC-15-Z, DUF и WPX [7, с. 238].

<u>Примечание</u>. Позывной UA6LF ему принадлежал и в последующих изданиях "Справочников" (издания 1959 г. и 1962 г.), а в издании 1973 г. его уже нет.

К сожалению, у него в течение многих лет были постоянные ссоры с женой, связанные с его хобби. И Евгений Васильевич не выдержал — в начале 60-х годов он трагически ушёл из жизни!

Буквально через несколько дней после похорон на мусорной свалке около дома валялись его QSL's, радиодетали и разное "железо".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** Его позывной — RAEM. — Львов, 2003, 36 с.
2. **Филиппов.** Слышимость U в районе Мурманска. — Радиофронт, 1936, № 16, с. 60.
3. **Филиппов**. Приём на 20-метровом диапазоне в Мурманске. — Радиофронт, 1937, № 1, с. 62.
4. Соревнование на связь с Северным полюсом. — Радиофронт, 1937, № 16, с. 8.
5. В ленинградской секции URS. — Радиофронт, 1937, № 14, с. 7.
6. **Коммодов А.** Лучший URS. — Радио, 1947, № 8, с. 46.
7. **Свиридова В.** (составитель). Справочник по радиолюбительским дипломам мира (третье издание). — М.: ДОСААФ СССР, 1979, 248 с.
8. Перечень любительских коротковолновых радиостанций СССР. — М.: ДОСААФ, 1958, 76 с. (позывные приведены на русском языке).

Применение КВ-шлюза в учениях МЧС

Евгений СЛОДКЕВИЧ (UA3AHM/OH5HM), г. Москва

Внедрение цифровой коротковолновой радиосвязи в гражданскую жизнь — занятие не такое простое. Но тем не менее, на выставке "Комплексная безопасность 21" на одной из панельных дискуссий мне было предложено поучаствовать в учениях МЧС и продемонстрировать работу своего комплекта радиооборудования применительно к чрезвычайному происшествию в туристической группе в Заполярье.

Легенда происшествия следующая. Некая зарегистрированная туристическая группа отправилась в тундру в район Константинова Камня на Полярном Урале. При этом имела с собой радиостанцию "Экспедиция" с антенной и смартфоном (разумеется, без SIM-карты). На смартфоне было установлено программное обеспечение "КВ-пейджер". Его ID прописан в списке пользователей КВ-шлюза, который, в свою очередь, стационарно установлен в городе (**рис. 1**).

Наша команда в составе четырёх человек — меня, как руководителя, водителя Виктора, наблюдателя со стороны МЧС Дениса и исполнителя Лидии отправилась на север в сторону Карского моря. Лида, моя институтская подруга, профессиональный геолог, со старой школы ещё имеет некоторые знания о радиосвязи, поэтому я с уверенностью предложил ей роль "пострадавшего" туриста в этом эксперименте.

За надёжность аппаратуры я был спокоен, тем не менее, вопросы устойчивости антенны на мачте-удочке меня всё же беспокоили. Порывы ветра в те дни достигали 17 м/с, но благодаря малой парусности антенна всё же выстояла. Ещё одно сомнение таилось по поводу вероятного отсутствия прохождения во время магнитной бури. Но такого удовольствия природа нам не предоставила.

Проехав 140 км от Воркуты, мы установили палатку и антенну, забив в каме-



Рис. 1

Рис. 2

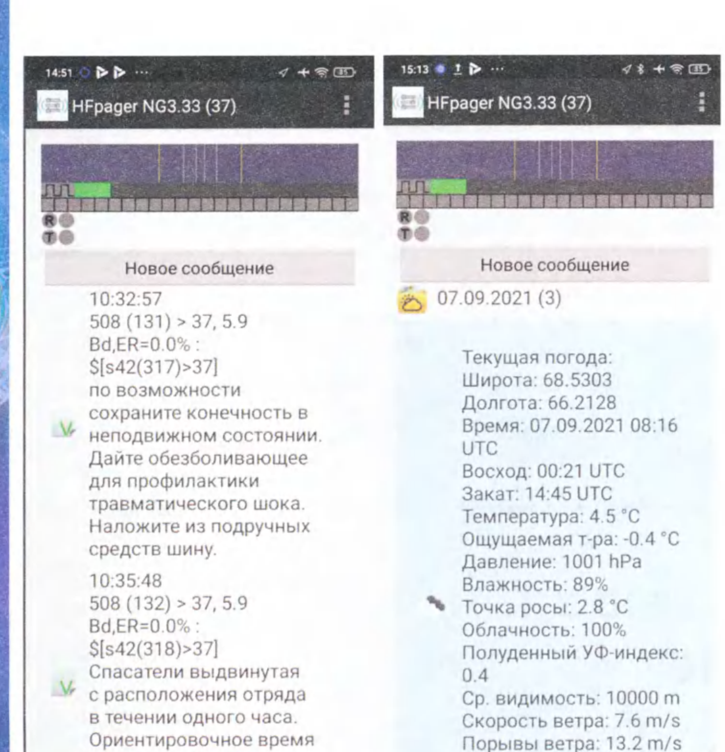


Рис. 3 **Рис. 4**

нистый грунт колышек под мачту, а растяжки антенны привязали к низеньким кустам (**рис. 2**). КВ-шлюз в Воркуте работал в автоматическом режиме, и по его отклику можно было оценить качество прохождения радиосигнала, которое было достаточно надёжным, чтобы цифровой сигнал мощностью 5 Вт на скорости 5 Бод уверенно передавал информацию. Так что запас по энергетике имелся.

Как и было задумано, в неопределённое время для сеанса связи Лидия включила радиостанцию, загрузила программу "КВ-пейджер" и передала сообщение о "травме" на идентификационный номер оперативного дежурного (ОД). В считанные секунды пришло подтверждение о доставке SMS на телефон получателя. Ещё через несколько минут мы получаем ответ ОД следующего содержания (**рис. 3**). Волнение сразу сменилось на блаженное успокоение — работает!

Во время теста произошла небольшая накладка — мы передали координаты вместе с командой запроса прогноза погоды, и погодный информатор честно выполнил поставленную задачу — вот какую сводку мы получили у себя в палатке (**рис. 4**).

Наши испытания проводились в диапазоне 80 метров под мою радиолюбительскую лицензию. Но как же быть в этой ситуации обычным туристам без позывного? Этот вопрос необходимо решить на государственном уровне. В идеале, выделить два—три канала для безлицензионной радиосвязи с полосой 10...15 кГц на участках, где уже много лет веселятся и развлекаются "свободные" радиолюбители, а попросту — радиохулиганы. Судя по реакции надзорных органов, точнее, отсутствия какой-либо реакции, эти частоты несложно предоставить для маломощных радиостанций в 5...10 Вт, работающих в полевых условиях вдали от цивилизации.

Школьное конструкторское бюро. От идеи — до работающего устройства

А. М. БАТИН, Н. ПОДОПЛЕЛОВА, Л. ПОДОПЛЕЛОВА, А. А. БАТИН, г. Екатеринбург

В статье рассказывается о том, как организована работа с детьми школьного возраста (с 3—4-го класса по 9—10-й класс), об оснащении небольшой семейной лаборатории, о том, как в составе небольшой группы "инженеров-разработчиков" (школьников) под руководством "генерального конструктора" (наставника) проводится полный цикл создания реального, полезного и методически познавательного устройства, которое в работающем состоянии уносят домой ребята.



Фото 1

Колоссальным "подспорьем" в этом очень не простом, но очень нужном процессе для получения и развития у детворы реального научно-технического и практического опыта, а именно в создании нового, являются публикации разработок опытных любителей и профессионалов в журнале "Радио". Они позволяют совсем ещё юным на деле воспринимать культуру и взгляды на разработку от широкого круга авторов журнала, перенимать лучшие практики при создании различных устройств и систем.

6 декабря 2021 г. исполнилось уже шесть лет, как в нашей семье сформировалась и обрела некие реальные черты мысль о создании и развитии именно семейной лаборатории для детей школьного возраста. Почти три года мы искали ответы для себя на многочисленные вопросы, среди которых были и такие:

— для какого именно возраста было бы правильно ориентировать всю эту "кухню"?

— где создавать лабораторию и чем её оснащать сначала и как развивать потом?

— с чего начинать работу над созданием работающих устройств?

Мы хотели реализовать детскую реальную работу над реальными проектами из взрослой жизни, а значит, в лаборатории одновременно могут и должны работать:

— юноши и девушки;

— школьники разного возраста из различных классов и из разных школ;

— с любым опытом в "высоких технологиях", начиная с "никакого";

— с различным уровнем восприимчивости к новому и способностями изучать;

— с различными предпочтениями что именно делать, hard и/или soft.

То есть всё, как в любой "взрослой" лаборатории мира, где придумывают и, главное, создают всё новое.

Эти непростые три года изысканий привели к началу работы с 12 октября 2018 г. нашей семейной лаборатории "Рэмка Рэмик Рэм" <www.Remick.School>. Семейной мы её называем по двум причинам. Во-первых, работают в ней только члены нашей семьи. Не уверены, будет ли так всегда, но на ближайшие годы планы именно такие. И мы с удовольствием передаём свой опыт миру и другим семьям. Во-вторых, к нам приходят семьями, мы знакомимся с родителями и с детьми, всё рассказываем и показываем в реальности, затем на своём семейном совете наши новые знакомые сообща решают, по пути ли нам. Если да, наше сотрудничество складывается, и обычно лаборатория для детворы этих семей прочно входит в их жизнь. Почему? Ведь любые, как нам представляется, родители хотели бы видеть в своих детях:

— внимательность к мелочам и одновременно системный подход, умение работать в команде;

— осознанное понимание того, что читать книги и интернет-ресурсы — важно;

— способность долго вести сложный проект, по шагам изучая и закрывая вопрос за вопросом, а не просиживать за играми, в социальных сетях и не только "собирать роботов";

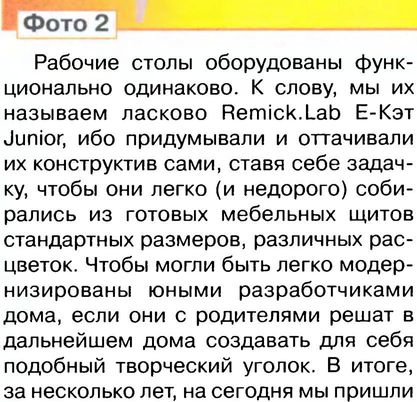
— умения и навыки делать руками мелкие операции, алгоритмически мыслить;

— наконец, знать как, и уметь доводить начатое до работающего образца.

Оборудование

В одной лаборатории одновременно (на одном занятии) могут заниматься не более восьми человек с одним наставником. Опыт показал, что это — предельный размер группы, в которой можно каждому одновременно вести и индивидуальные проекты, и совместно изучать различные аналитические темы, ставить эксперименты, разбирать сложные случаи. На наш взгляд, это — оптимальная рабочая группа, в которой устанавливается свой микроклимат, правильные рабочие взаимоотношения. Каждый трудится за своим столом. В такой рабочей группе трудиться — ключевое слово... (**фото 1**).


Фото 2



Рабочие столы оборудованы функционально одинаково. К слову, мы их называем ласково Remick.Lab Е-Кэт Junior, ибо придумывали и оттачивали их конструктив сами, ставя себе задачку, чтобы они легко (и недорого) собирались из готовых мебельных щитов стандартных размеров, различных расцветок. Чтобы могли быть легко модернизированы юными разработчиками дома, если они с родителями решат в дальнейшем дома создавать для себя подобный творческий уголок. В итоге, за несколько лет, на сегодня мы пришли к такому вот решению (**фото 2**).

Из "выстраданных" за несколько лет достоинств, на наш взгляд, можно выделить следующие:

— системный блок компьютера, ИБП и прочие большие и шумящие модули стоят на задней полке, не занимая рабочее пространство и не становясь его центром;

— перед глазами на столе — углублённо установленные два монитора диагональю до 24";

— полка сверху экранирует верхнее освещение, устраняет блики на мониторах и служит для книг, мелочей, инструментария, приборов (когда их нужно много для работы), легко можно надстроить вверх несколько таких полок;

— слева обычно размещены лабораторный блок питания, мультиметр, ручные инструменты. Столешницу легко (и дёшево) можно заменить на новую;

— справа — паяльная станция, но, конечно, можно всё перевесить для левши;

— мониторы легко закрываются щитом на время ручных механических работ, мелкий инструмент легко и удобно можно расположить на подвесах.



Из одинакового оснащения на каждом столике в лаборатории, как показало время и практический опыт, необходимо и достаточно установить:

— компьютер с двумя мониторами;

— лабораторный регулируемый источник питания с защитой;

— мультиметр;

— паяльную станцию с паяльником со сменными жалами и феном;

— локальные вытяжка и освещение;

— USB-микроскоп;

— оптические приспособления со сменными лупами и подставки "третья рука";

— ручной механический инструментарий (бокорезы, пинцеты, скальпель, магнит, круглогубцы, оплётка для демонтажа, шило, чистящая губка, надфиль).

Это всё и прочие "мелочи" есть на каждом столике (**фото 3**).

Также на всю такую команду есть два осциллографа (цифровой и аналоговый), генератор, программаторы, отладочные платы для пайки и без неё, наборы кабелей, ноутбук для экспериментов и т. д. Если становится необходимым что-то новое — приборы, материалы, инструментарий, всё это включается в план развития. Как и было сначала. Конечно, каждый компьютер подключён к Интернету, есть доска, большой ТВ, мини-склад компонентов,


Фото 3

Фото 4


словом, всё это, как показала жизнь, необходимо и вполне достаточно.

Практически любая конструкция, которую нужно не просто собрать, чтобы все захлопали в ладошки (мол, молодец, работает, требует довести её

до состояния готового продукта — чтобы стояло, висело), должна приносить пользу и эстетическое удовольствие. Поэтому ещё нужно приложить руки (ум и воображение) для разработки и изготовления конструкции устройства. Да и в процессе часто нужно что-то подточить, просверлить, отрезать... Поэтому в лаборатории есть и электромеханический уголок (**фото 4**).

Компьютер используется как инструмент, поэтому у детворы, естественным образом, отодвигаются разные глупости (игры, социальные сети, видео и т. п.). Кроме доступа к информации и к проектному облачному каталогу, мы используем в работе пакеты моделирования работы NI Multisim и Qucs, САПР KiCad. Пока для прорисовки эскизов конструкций, ввиду их простоты, используем продукты из набора Google (как и табличный, и текстовый редакторы, и дисковое пространство), но планируем ввести в процесс Компас 3D.

после того, как мы все оказались по домам и, честно говоря, казалось, что Remick.School вот-вот закончится, у нас начался онлайн. Каждому "резиденту клуба" мы доставили через постоматы наборчики, в которых были радиодетали, мультиметр, блок питания, инструменты ручные, большая монтажная плата и всё что нужно к ней, микроскоп, и у нас начались необычные занятия. Шесть дней в неделю у нас занимались четыре потока — три утренние и три вечерние группы по два часа каждая.

Что мы делали? Изучали какую-то интересную тему, затем схемотехнические решения по ней, потом мы показывали, как собираем устройство на монтажной плате и как оно работает, а потом собирал каждый у себя, выходил в эфир и показывал всем, разбирали тонкие моменты, ошибки. Этот уникальный и очень позитивный опыт, после того как в августе 2020 г. шаг за шагом стали оживать занятия в лаборатории, привёл наше сообщество к пониманию, что, кроме занятий в лаборатории, очень востребованно встречаться онлайн раз в неделю и шаг за шагом именно изучать, чтобы записи хранились вечно. В общем, онлайн-курс теоретической и экспериментальной подготовки для школьников и школьниц прочно вошёл в практику работы Remick.School. Аудитория расширяется, и, как оказалось, мы с ребятами протоптали интересную дорожку к освоению радиоэлектроники и программирования "с глазу на глаз" в онлайн, построенную на колоссальной практике и на знакомых ребятам по школе математике, физике, информатике, немного химии, английском.



Фото 5



Фото 6

Из оснащения, пожалуй, осталось сказать о двух "моментах". Но как же они важны! Во-первых, книги и журналы. На **фото 5** и **фото 6** показаны некоторые из них. Они одним своим видом притягивают, а детвора во время перерыва в занятии как минимум заглядывает в алфавитные указатели и оглавления многих их них — мы играем аналогично "в города". Некоторые из них потом покупают в магазинах для дома или в библиотеку. И, конечно, это не все книги и журналы, находящиеся в лаборатории, и мы активно используем их в работе с детворой.

Во-вторых, теоретические занятия онлайн, которые проходят каждую неделю по понедельникам. Почему отдельной строкой про занятия онлайн? Долгое время их не было. Нам казалось, что именно живая лаборатория и живой труд в ней детворы — это почти всё, что нужно. ТВ, доска и 15 мин отвлечения от работы за столом во время занятий достаточны для разбора каких-то теоретических моментов. Это всё, конечно, так. Но в марте 2020 г. случился локдаун. Удивительно, но мы придумали, как, а родители и детвора нас поддержали, и всего через неделю

Удобное расписание

Занятия в лаборатории проводятся в группах до восьми человек, каждое занятие длится 120 мин, с перерывами на "попить и конфеты", с понедельника по субботу. Есть три времени начала занятий: 10:00, 13:00 и 16:00 (кроме субботы). Исходя из своей занятости в школе (первая или вторая смена) и/или дома (на домашнем обучении, другие кружки-секции), каждая семья выбирает удобные именно этому ребёнку день и время начала занятий. Всё просто. Обычно ученики 3—4-го класса (есть кто пробует силы со 2-го класса, ранее точно не нужно, рановато) записываются и ходят один раз в неделю, с 5-го класса и далее — по два раза в неделю. Плюс для всех один — раз в неделю теоретические онлайн-занятия продолжительностью 80 мин, которые проходят по понедельникам с 18:30. Записи всех занятий хранятся и доступны для всех участников онлайн-занятий.

Для каждой семьи (для каждого ребёнка) создаётся и ведётся облачная таблица учёта всех видов занятий, наборов и материалов. Родители, конечно же, имеют доступ к этой таблице и всё видят сами. Когда ребёнок переходит на второй уровень (подробно далее), создаётся и ведётся облачный каталог резидента клуба (у каждого ребёнка он свой, родители, конечно же, имеют к нему доступ). В этом каталоге отражается и хранится весь ход деятельности ребёнка: текстовые файлы проекта, эскизные наброски конструкции устройства, функциональная блок-схема, принципиальная электрическая схема, bill of materials (BOM) — спецификация компонентов, результаты экспериментов и их анализ, Data Sheets на все использованные в проекте компоненты и материалы.

Во время занятий в лаборатории удаётся сфотографировать или снять на видео непростые операции за столом, что именно собирает, паяет, отлаживает каждый. Всё это хранится в облачном каталоге и разложено по датам. Этот фото-видеоархив даёт возможность (кроме того, что это интересно всем семьям и детям) найти, как проводилась какая-то конкретная разработка, включить её материалы в описание работы и представить на какой-нибудь школьный конкурс научно-технического творчества. Сейчас набирает обороты "проектная деятельность" в школах. Фрагмент облачного каталога для разработок резидентов клуба показан на **фото 7**. Фрагмент облачного фото-видеоархива занятий представлен на ***фото 8 на 2-й с. обложки***.



Рис. 7

Конечно, такая реальная работа, проведённая ребёнком собственноручно (и своей головой) и имеющая практический результат в виде работающего устройства, достойна хорошего оформления, детального описания и представления (защиты) на конкурсы любого уровня.

Занятия

Один из инициаторов и сподвижников Remick.School (Алексей Михайлович Батин) почти 15 лет проработал в Лаборатории магнитного резонанса и радиоспектроскопии в НИИ Физики и Прикладной математики при УрГУ (теперь это УрФУ, Уральский Федеральный Университет в Екатеринбурге) от младшего лаборанта "на полставки" до ведущего инженера-электронщика. Потом были почти 15 лет совместного с друзьями создания и выведения на рынок малых, но успешных бизнес-предприятий (учебный центр по IT-технологиям, компания по разработке электроники и ПО, интернет-компания). И вот пошёл седьмой год, как работает наставником в Remick.School, искренне считает (и всё для этого делает семь дней в неделю, 365 дней в году), что создаёт дело жизни, светлый и позитивный проект для семей с детворой школьного возраста. Он работает вместе с супругой, Наталья Леонидовна Подоплелова — соорганизатор и юрист, её мамой, Любовь Михайловна Подоплелова — любимая тёща и главный помощник по ведению склада деталей и всех облачных интернет-сервисов, и с младшим сыном, Артём Алексеевич — студент четвёртого курса РТУ МИРЭА, основной помощник по разработке новых устройств и методик их изучения.

(Окончание следует)

СВЧ-датчик движения RCWL-0515

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В Интернете и в радиомагазинах можно недорого приобрести СВЧ-датчики движения RCWL-0515 и RCWL-0516 [1]. Конечно, это не принципиально новые устройства, аналоги появились уже давно, но эти датчики стали в последнее время доступны из-за невысокой стоимости. Принцип их работы одинаков, отличаются они схемами и имеют небольшие различия в параметрах. Далее подробнее рассмотрим датчик движения RCWL-0515.

Основные параметры этого датчика приведены в [2]. Рабочая частота — 2,7 ГГц; заявлена максимальная дальность обнаружения — 7...15 м; угол обнаружения — 360°; выходной сигнал — логический 0 или 1; интервал напряжения питания — 4...15 В (по некоторым данным 4...18 В), потребляемый ток без нагрузки — 4...6 мА, габаритные размеры —24×17 мм. Все заявленные параметры в основном соответствуют действительности. Но дальность обнаружения сильно зависит от размеров и материала подвижного объекта, а также от наличия и расположения окружающих предметов и препятствий. Элементы датчика смонтированы на двухсторонней печатной плате, которая изображена на **рис. 1** и **рис. 2**.

Но сначала немного о принципе работы датчика движения RCWL-0515. Он основан на эффекте Доплера [3], суть которого заключается в том, что если какой-либо объект является источником сигнала (электромагнитного или другого колебания), то, в зависимости от того, приближается он к наблюдателю или удаляется, частота принимаемого сигнала будет отличаться от излучаемого. При сближении частота увеличивается, при удалении — уменьшается. По этим изменениям можно определить скорость приближения или удаления объекта.

Этот эффект свойственен всем электромагнитным и другим распространяющимся колебаниям, например, свету и звуковым волнам. В масштабах расширяющейся вселенной эффект Доплера проявляется в так называемом "красном смещении" [4], а на бытовом уровне он широко используется, напри-

мер, в полицейских радарах и продвинутых системах безопасности автомобилей. Кстати, во время Второй мировой войны эффект Доплера использовался в радиолокационных взрывателях [5], которыми снабжались артиллерийские зенитные снаряды. При сближении с самолётом такой радиовзрыватель срабатывал. Всем известен также эффект изменения частоты сигнала поезда при его проезде мимо наблюдателя. При приближении его частота выше, а при удалении снижается.

При активной радиолокации, когда осуществляется приём отражённого сигнала, происходит сравнение частот излучаемого и отражённого сигналов. Если сигнал отражается от неподвижного (относительно передатчика) объекта, частоты переданного и принятого сигналов совпадают. Если объект движется, появится разница между частотами этих сигналов. Поэтому для построения датчика движения необходимо определить наличие этой разницы. Так и сделано в датчике движения RCWL-0515. Возможен, конечно, и пассивный вариант датчика движения, но тогда передатчик должен быть на подвижном объекте, а частота его сигнала известна и стабильна.

Изменение частоты при эффекте Доплера называют доплеровским смещением или доплеровской частотой F_d [6], которая зависит от частоты сигнала и скорости сближения или удаления. Для случая радиолокационного обнаружения $F_d = 2 \cdot V_o \cdot \cos\alpha/\lambda$, где V_o — скорость движения объекта; α — угол между направлением движения объекта и направлением на него; λ — длина волны колебания. Цифра 2 означает, что сигнал проходит удвоенное расстояние, т. е. до объекта и обратно. Так как $\lambda = V_c/F_c$, где V_c — скорость распространения сигнала; F_c — частота сигнала, то $F_d = 2 \cdot V_o \cdot \cos\alpha \cdot F_c/V_c$. Из этого выражения видно, что F_d тем больше, чем больше частота сигнала F_c и меньше скорость его распространения V_c. Кроме того, если объект перемещается перпендикулярно направлению на датчик, тогда $\cos\alpha = 0$, значит и $F_d = 0$, т. е. датчик движение регистрировать не будет.

Поэтому становится понятным, почему для повышения чувствительности и разрешающей способности датчиков движения, работающих в диапазоне радиоволн, требуется увеличивать частоту сигнала. За счёт того, что скорость распространения звуковых волн на несколько порядков меньше скорости распространения электромагнитных волн в свободном пространстве, эффект Доплера сильнее проявляется при распространении именно звуковых волн.

Приведённое выражение позволяет оценить частоту Доплера в датчике RCWL-0515 для случая, когда F_c = 2,7 ГГц и объект приближается к нему или удаляется от него со скоростью V_o = 5 км/ч (пешеход): $F_d = 2 \cdot V_o \cdot F_c/V_c \approx 25$ Гц, где V_c — скорость света. Если акустический датчик движения будет работать на ультразвуковой частоте F_c = 40 кГц, для того же случая $F_d = 2 \cdot V_o \cdot F_c/V_c \approx 336$ Гц, где V_c — скорость звука. В обоих случаях при удалении объекта частота будет со знаком минус, при приближении — со знаком плюс.

Таким образом, в датчике движения должны быть генератор сигнала, приёмно-передающая антенна, преобразователь частоты (смеситель) и анализирующее устройство, которое вырабатывает сигнал в зависимости от того, присутствуют вблизи него движущиеся объекты или нет. По сути, получается так называемый автодинный приёмник [7].

Все эти элементы есть и в датчике RCWL-0515. Его упрощённая функциональная схема, поясняющая принцип работы, показана на **рис. 3**. Антенна A1 обеспечивает передачу сигнала СВЧ-генератора G1 и приём отражённого сигнала. В смесителе U1 происходит преобразование сигнала. Активный фильтр Z1 выделяет низкочастотный сигнал и усиливает его. Пороговое устройство A4 срабатывает, когда уровень низкочастотного сигнала превышает определённый уровень. Формирователь A5 вырабатывает выходной сигнал определённой длительности. Если в датчике RCWL-0515 установить фоторезистор R, устройство будет реагировать на уровень освещённости. Когда она достаточна, пороговое устройство A3 блокирует формирование выходного сигнала. Взамен фоторезистора можно установить, например, терморезистор соответствующего номинала, и тогда датчик будет включаться или выключаться при опре-

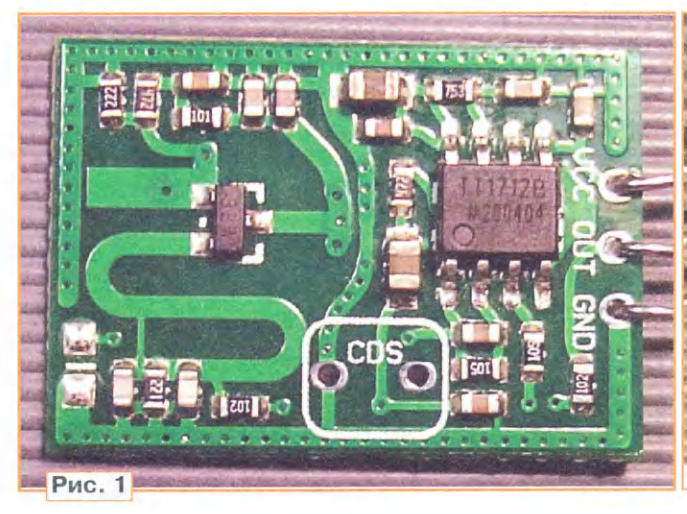


Рис. 1

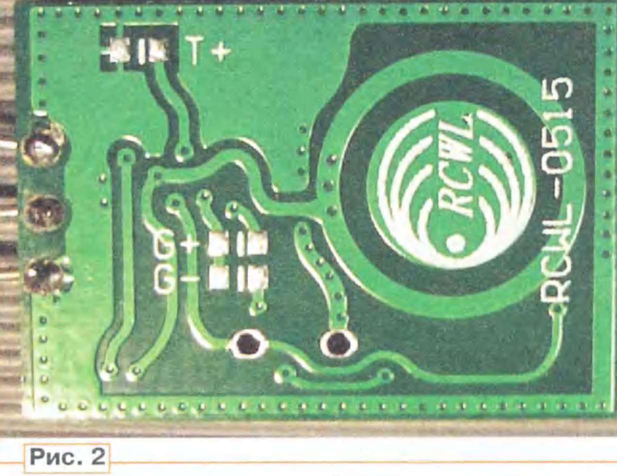


Рис. 2

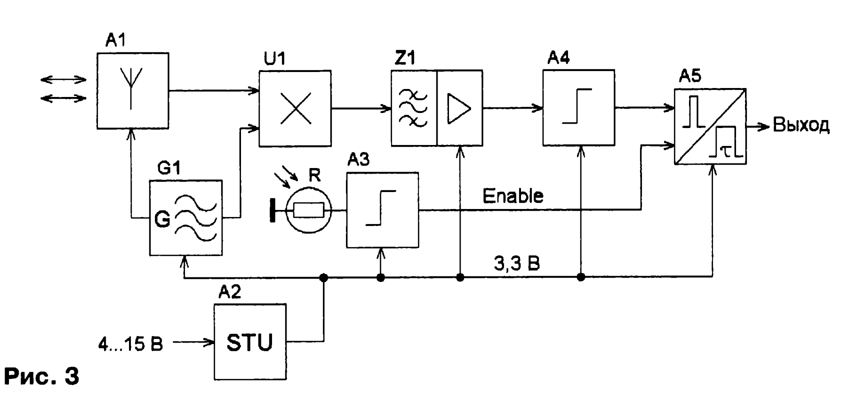


Рис. 3

делённой температуре окружающей среды. Если установить проволочную перемычку, работа датчика будет блокирована. Питание всех узлов осуществляется от стабилизатора напряжения A2.

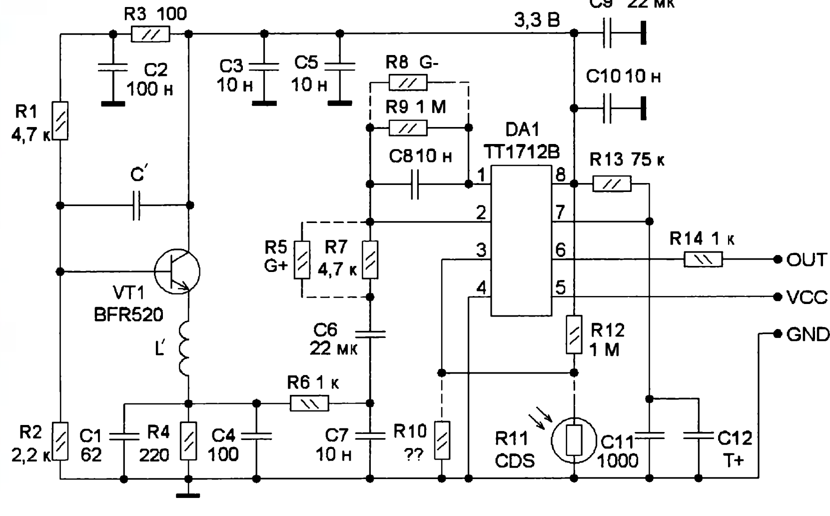


Рис. 4

Схема датчика RCWL-0515 показана на **рис. 4**. Она составлена на основе платы (см. рис. 1, рис. 2) и описания датчика в [2]. Нумерация элементов — произвольная, поскольку на печатной плате она отсутствует. На транзисторе VT1 (BFR520 [8]) собран СВЧ-генератор. Частотозадающими элементами служат конструктивная катушка индуктивности L', конденсатор C' и некоторые другие элементы на плате. Эти элементы составляют открытую резонансную систему, которая одновременно выполняет и функции антенны. Кроме того, транзистор VT1 работает как смеситель, перемножая сигнал генератора и отражённый сигнал. Результирующий низкочастотный сигнал через ФНЧ R6C7 поступает на дальнейшую обработку.

Таким образом, каскад на транзисторе VT1 и его обвязка выполняют функции узлов A1, G1 и U1 одновременно (см. рис. 3). Остальные узлы размещены в специализированной микросхеме TT1712B, информацию о которой найти не удалось, но это в данном случае не имеет большого значения. Вероятно, активный фильтр Z1 (см. рис. 3) собран на встроенном в микросхему ОУ, вход которого — вывод 2, а выход — вывод 1. В цепь обратной связи включены элементы R5, R7—R9, C6, C8. Конденсатор C6 определяет нижнюю границу полосы пропускания — 1,5...2 Гц, а конденсатор C8 определяет верхнюю границу полосы пропускания — около 20 Гц. На частоте более 20 Гц усиление уменьшается плавно. Резисторы R5, R7—R9 служат для установки требуемого коэффициента усиления. Резистор R5 (маркировка на плате — G+) на плате не установлен, он служит для увеличения коэффициента усиления. Резистор R8 (маркировка на плате — G–) на плате также не установлен, он служит для уменьшения коэффициента усиления. Пороговое устройство A4 (см. рис. 3) встроено в микросхему, и как оно работает, пока неизвестно.

Цепь R13C11 задаёт длительность выходного сигнала, который вырабатывает формирователь A5 при срабатывании датчика. Этот сигнал (без нагрузки) — с уровнями лог. 1 — 3,3 В и лог. 0 — 0 В. На выходе датчика установлен токоограничивающий резистор R14, что позволяет подключать к нему светодиод, лучше красного или зелёного свечения. В описании на датчик RCWL-0515 приведена информация о том, что при указанных на схеме номиналах цепи R13C11 длительность выходного сигнала — 5...6 с. При установке дополнительно конденсатора C12 (маркировка на плате T+) ёмкостью 10 нФ длительность составит 50...60 с, а с конденсатором ёмкостью 100 нФ — 500...600 с. Очевидно, что постоянная времени цепи R13C11, даже с дополнительным конденсатором C12, на много порядков меньше длительности выходного сигнала. Это наводит на мысль о том, что цепь R13C11 является задающей для RC-генератора, импульсы которого подсчитывает встроенный в микросхему счётчик. Это подтвердилось после проверки формы напряжения на конденсаторе C11, которая показана на **рис. 5**. Пока датчик не сработал, на этом конденсаторе присутствует напряжение около 3,3 В. При срабатывании датчика начинает работать встроенный релаксационный генератор, и конденсатор C11 заряжается и разряжается между напряжениями 1,2 В и 2,25 В. Частота следования импульсов с указанными на схеме номиналами цепи R13C11 — около 20 кГц. Эти импульсы подсчитывает (по-видимому, двоичный десятиразрядный) счётчик, при переполнении которого RC-генератор останавливается и выходной сигнал датчика становится равным нулю. При дальнейшем срабатывании датчика, скорее всего, счётчик обнуляется, и формирование выходного сигнала начинается заново.

A1 RCWL-0515, RF, VCC, OUT, GND, HA1, R1 10 к, VT1 КТ3102БМ, 5...12 В

а

A1 RCWL-0515, RF, VCC, OUT, GND, HA1, VT1 2N7000, 5...12 В

б

Рис. 6

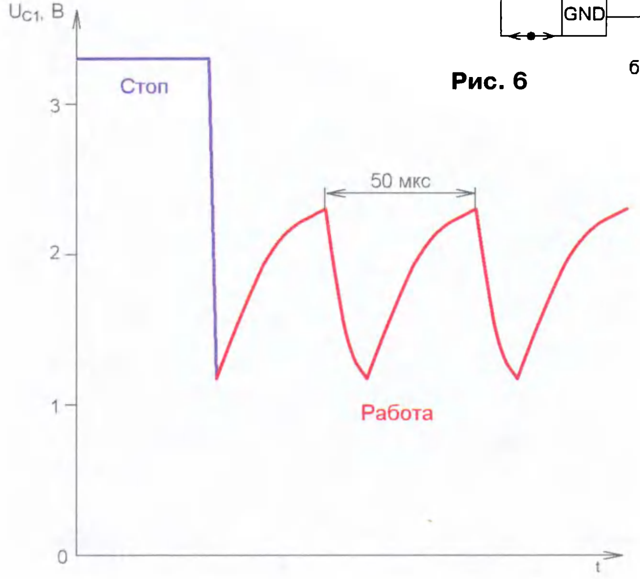


Рис. 5

Если датчик обнаружит движение во время действия выходного импульса, отсчёт его длительности начнётся заново.

Вывод 3 микросхемы DA1 работает как вход Enable, который позволяет активировать или дезактивировать формирование выходного сигнала. Напряжение активации — около 0,7 В, но не более 3,3 В. При напряжении менее 0,7 В на выводе 3 микросхемы датчик неактивен. Это необходимо учитывать при подключении фоторезистора (терморезистора), для которого предназначено посадочное место с маркировкой CDS. Для подстройки порога срабатывания можно использовать дополнительный резистор R10, который на плате не имеет маркировки, а посадочное место для него находится в левом нижнем углу платы на рис. 1.

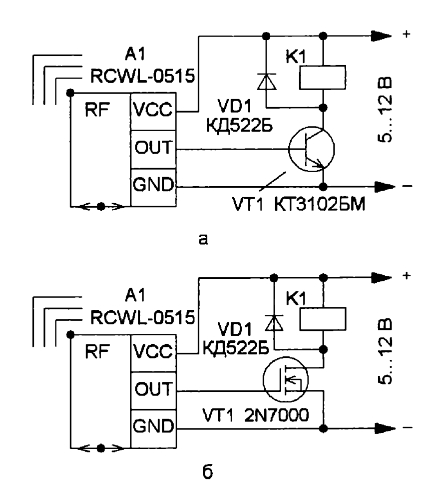


Рис. 7

Самое естественное применение датчика RCWL-0515 — в сигнализаторе о несанкционированном проникновении в охраняемое помещение, автомате включения освещения, подсветки и т. д. Но выходного напряжения (3,3 В) и тока датчика в большинстве случаев недостаточно для включения какого-либо исполнительного устройства, и потребуется применение дополнительного каскада на полевом или биполярном транзисторе.

Для подключения акустического сигнализатора можно применить каскады, схемы которых показаны на **рис. 6**. Для указанных на схеме элементов можно использовать маломощные сигнализаторы, например, HPM14AX, HPM24AX, AW1B23TSP, SC235B, SCT235, SUL516, SULM516 и аналогичные. Если же необходимо включать мощную сирену со встроенным генератором, лучше применить схему на рис. 6,б и мощный полевой транзистор с малым напряжением открывания, например, IRLB3034 или аналогичный.

Для управления электромагнитным реле дополнительный каскад можно собрать по одной из схем, показанных на **рис. 7**. Здесь номинальное напряжение реле должно соответствовать напряжению питания. Контактами реле можно включать и выключать различные устройства, в том числе и питающиеся от сети 230 В. Но эти контакты должны быть рассчитаны на это напряжение и ток, потребляемый устройством.

В некоторых случаях при срабатывании датчика RCWL-0515 длительности импульса на его выходе может быть недостаточно. Тогда можно установить дополнительный конденсатор C12 с маркировкой на плате T+ (см. рис. 4). Если этот вариант не подходит и требуется оперативная регулировка длительности импульса, можно применить расширитель импульса на логической микросхеме (**рис. 8**).

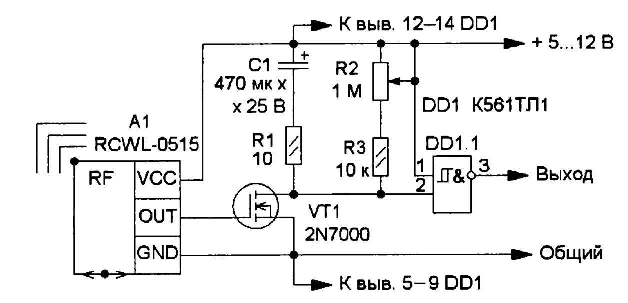


Рис. 8

Все узлы, встроенные в микросхему, а также каскад на транзисторе питаются от стабилизатора напряжения 3,3 В, встроенного в микросхему. Благодаря этому датчик работает при большом интервале питающих напряжений, а потребляемый ток при этом остаётся практически постоянным. Питающее напряжение подаётся на вывод 5 микросхемы, а стабилизированное напряжение снимается с вывода 8.

Работает он следующим образом. В исходном состоянии транзистор VT1 закрыт, конденсатор C1 разряжен, на входах логического элемента DD1.1 высокий логический уровень, поэтому на его выходе низкий уровень. При появлении выходного сигнала датчика RCWL-0515 полевой транзистор открывается и конденсатор C1 быстро заряжается практически до напряжения питания. В этом случае на нижнем по схеме входе элемента DD1.1 будет низкий уровень, а на выходе — высокий. Поскольку длительность выходного импульса датчика RCWL-0515 5...6 с, этого времени достаточно для зарядки конденсатора C1. Резистор R1 ограничивает ток зарядки, а благодаря применению логического элемента с переключательной характеристикой триггера Шмитта выходной сигнал устройства имеет прямоугольную форму и крутые фронт и спад. После окончания выходного импульса датчика RCWL-0515 транзистор VT1 закроется и конденсатор C1 будет медленно разряжаться через резисторы R1—R3. При этом ток разрядки, а значит, и её продолжительность определяет в первую очередь резистор R2. Если в это время на выходе датчика RCWL-0515 появится импульс, конденсатор C1 будет снова заряжен и выдержка времени начнётся сначала. Когда конденсатор разрядится примерно до третьей части напряжения питания, логический элемент DD1.1 переключится в состояние с низким уровнем на входе. Длительность выходного импульса расширителя зависит от ёмкости конденсатора C1 и введённой части сопротивления резистора R2. Для получения стабильной выдержки следует применить конденсатор с малым током утечки.



ЛИТЕРАТУРА

1. Датчики RCWL-0515, RCWL-0516. — URL: **https://aliexpress.ru/item/32771714725.html** (05.12.21).

2. RCWL-0515 Radar Motion Sensor. — URL: **https://www.tinytransistors.net/2020/12/20/rcwl-0515-radar-motion-sensor/** (05.12.21).

3. Физическая энциклопедия в 5-ти томах. Доплера эффект. — URL: **http://es.niv.ru/doc/encyclopedia/physics/articles/337/doplera-effekt.htm** (05.12.21).

4. О красном смещении и законе Хаббла. — URL: **https://studopedia.ru/14_20237_o-krasnom-smeshchenii-i-zakone-habbla.html** (05.12.21).

5. Дистанционный взрыватель, спасший Лондон и американский флот. — URL: **https://topwar.ru/188802-distancionnyj-vzryvatel-v-vov.html** (05.12.21).

6. Эффект Доплера. — URL: **https://www.radartutorial.eu/11.coherent/co06.ru.html** (05.12.21).

7. Автодин. — URL: **https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/61267/Автодин** (05.12.21).

8. BFR520. NPN 9 GHz wideband transistor. — URL: **https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/16338/PHILIPS/BFR520.html** (05.12.21).

Приспособление для дистанционного управления выключателем

Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.

Иногда возникает потребность в организации временного дистанционного управления освещением в каком-либо помещении. В этом случае совершенно не хочется вносить какие-либо изменения в монтаж осветительной сети и её элементов, а также нарушать целостность отделочных покрытий помещения. Решить такую задачу можно, используя нехитрое приспособление (**рис. 1**), заменяющее человеческий палец. Оно состоит из стойки-скобы 1, в которую закреплён сервопривод SG90, двух винтов 2 (М4) с гайками для стяжки с хомутом и двух лепестков 3 для крепления аккумулятора с платой управления. При монтаже это приспособление накладывают на корпус выключателя и жёстко фиксируют его двумя винтами с помощью стяжки. Конструкция содержит три печатных элемента (**рис. 2**) — стойку 1, хомут 2 и качалку с рычагами 3. Автор проводил эксперименты с накладными клавишными выключателями серии "ЛАДОГА" артикулов SQ1801-0001—SQ1801-0012, рассчитанных на управление электрическими установками мощностью до 2200 Вт.

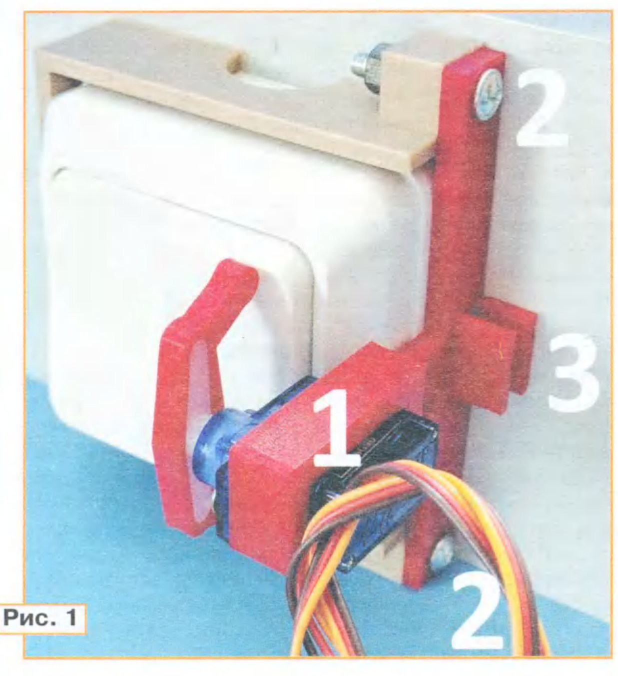


Рис. 1

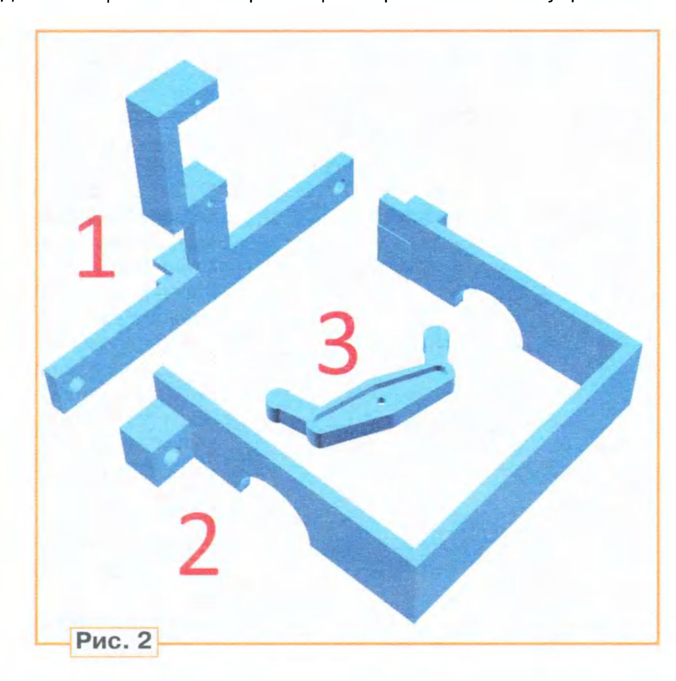


Рис. 2

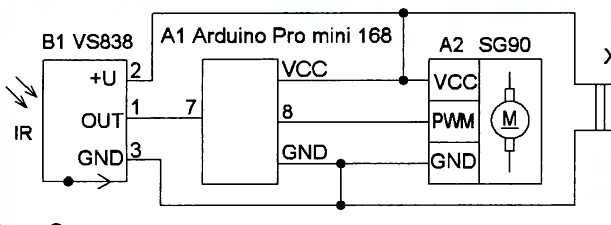


Рис. 3

Схема приспособления показана на **рис. 3**. Сигнал с ИК-пульта (или смартфона) принимает ИК-приёмник B1, и далее он преобразуется с помощью программы микроконтроллера платы A1 в управляющие сигналы для сервопривода A2. Качалка сервопривода имеет три устойчивых положения: "клавиша нажимается сверху"; "клавиша нажимается снизу"; "нейтральное". По-

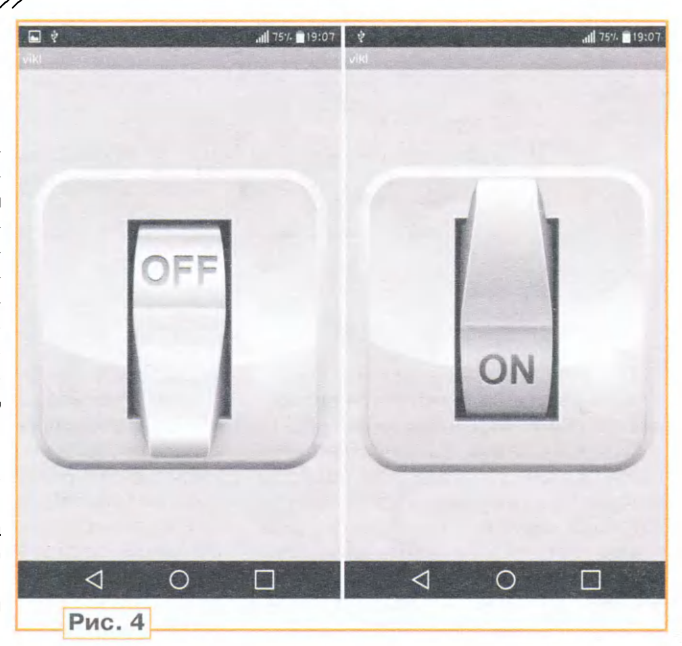


Рис. 4

Рис. 5

следнее положение позволяет пользоваться выключателем в ручном режиме.

Монтаж элементов схемы повторяет монтаж элементов ёлочного шара с ИК-управлением из статьи [1]. Модуль A1 приклеен к поверхности Li-Ion аккумулятора размерами 5×37×39 мм из старого сотового телефона отрезком двухстороннего скотча. Вместо выключателя питания применён разъём X1, это обеспечивает возможность периодической подзарядки аккумулятора от внешнего источника питания.

Тестовый скетч **test_ik.ino** позволяет одновременно управлять выключателем с помощью пульта "Триколор", нажимая на кнопки "1", "2", и из авторского приложения — с помощью смартфона (**рис. 4**). Для его написания использована среда MIT App Inventor 2. К сожалению, в ней нет встроенной возможности управлять ИК-портом смартфона, но, благодаря разработке немецкого автора, можно добавить расширение в собственные проекты, ознакомившись с материалами в [2].

Код получившегося тестового приложения минимален и показан на **рис. 5**. Налаживание конструкции сводится к подбору значения переменной **D=20;**// — амплитуда нажатия клавиши выключателя, переменной **angleServo = 90;** // — переменная для хранения угла поворота сервопривода нейтральное положение и значение аргумента функции **delay(200)**; — длительность нажатия клавиши перед возвратом в нейтральное положение.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Электронные шары для ёлки. — Радио, 2021, № 12, с. 51—55.

2. AI2 IR Xmitter Extension: Invisible Control. — URL: **https:// ullisroboterseite.de/android-AI2-IRXmitter-en.html** (02.01.22).

__От редакции.__ На нашем FTP-сервере по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/dist.zip__ находятся скетчи проектов, а также видеозапись работы устройства.

Викторина "Arduino: программная часть-9"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Перевод цифровых данных в аналоговый сигнал является стандартной задачей для современных микроконтроллеров. Области применения — от аудио- и видеотехники до измерительных и управляющих систем.

Частным случаем является цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), преобразующий цифровой код в аналоговое напряжение. В платах Arduino, собранных на 32-разрядных микроконтроллерах, имеются встроенные каналы ЦАП. В "классических" платах Arduino, использующих восьмиразрядные AVR-контроллеры, канал ЦАП отсутствует, но его можно заменить каналом ШИМ с внешним ФНЧ на RC-цепи или на микросхеме конвертора ШИМ из семейства LTC2644.

Если требуется преобразовать цифровой код не в напряжение, а в сопротивление, ток, ёмкость, частоту, да мало ли во что ещё, то к Arduino добавляют специализированные платы в виде модулей и шилдов. Модуль отличается от шилда тем, что его нельзя непосредственно вставить в гнёзда Arduino.

Если присмотреться, то модули и шилды, которые осуществляют преобразование кода в "экзотические" параметры, являются сами по себе технически сложными устройствами. Однако для Arduino это не имеет особого значения, поскольку программисты практически на все доступные для радиолюбителей внешние платы разработали удобные библиотеки функций.

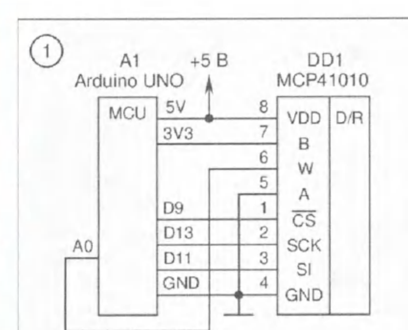
В **таблице** показаны электрические схемы различных преобразователей цифрового кода. Сверху—вниз: в сопротивление, напряжение, частоту приёма, частоту передачи. К каждой схеме справа прилагаются два скетча, на которых проверяется работоспособность. Названия файлов указаны в нижних строках скетчей.

Проекты скомпилированы в среде Arduino 1.8.19. Внешние библиотеки функций заимствованы из Интернета: **https://github.com/pu2clr/RDA5807**, **https://github.com/F4GOJ/AD9850**, **https://github.com/RobTillaart/AD985X**.

На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ (0 или 1), после чего записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 2748, значит, все ответы правильные.

__От редакции.__ Скетчи программ и дополнительные файлы находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2022/03/arduino9__ на нашем FTP-сервере.

(1)



Почему нет преобразователей уровней 5 / 3,3 В для сигналов $\overline{CS}$, SCK, SI?
0 - уровни согласуются внутри DD1;
1 - согласование не требуется.

(2)

```
// Инициализация микросхемы DD1
#include <SPI.h> // Библиотека SPI
const int CS = 9; // Пин выбора DD1
byte resistor = 0xC0; // Движок W
void setup() {
  pinMode (CS, OUTPUT); // Выход
  SPI.begin(); // Инициализация SPI
}
void loop() {
  digitalWrite(CS, LOW); // Старт
  SPI.transfer(B00010001); // Команда
  SPI.transfer(resistor); // Данные
  digitalWrite(CS, HIGH); // Стоп
} // Файл "arduino9_2.ino", 886 байт
```

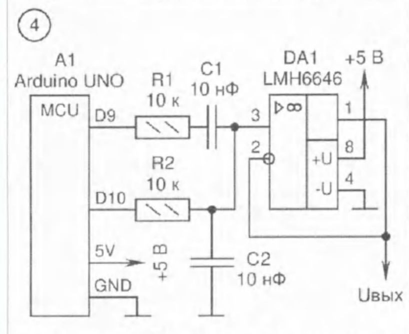
Какое напряжение будет на входе A0 Arduino?
0 - близкое к 0,8 В;
1 - близкое к 2,5 В.

(3)

```
// Замеры напряжения на выводе A0
#include <SPI.h> // Библиотека SPI
byte w = 0; // Движок W резистора
void setup() { Serial.begin(9600);
  SPI.begin(); pinMode(9, OUTPUT); }
void loop() {
  Serial.println(analogRead(A0));
  MCP_Write(w++); delay(50); }
void MCP_Write(byte val) {
  digitalWrite(9, LOW); // Старт
  SPI.transfer(0b10001); // Команда
  SPI.transfer(val); // Данные
  digitalWrite(9,HIGH); // Стоп
} // Файл "arduino9_3.ino", 2340 байт
```

Сигнал какой формы будет на входе A0 Arduino?
0 - треугольный;
1 - пилообразный.

(4)



На линиях D9, D10 противофазные сигналы ШИМ. Пульсации в цепи Uвых будут ниже:
0 - при равенстве сопротивлений R1, R2;
1 - при равенстве ёмкостей C1, C2.

(5)

```
1  // Противофазные сигналы D9, D10
2  const int PWM1 = 9; // Вывод D9
3  const int PWM2 = 10; // Вывод D10
4  unsigned int micro = 30; // 30 мкс
5  void setup() {
6    pinMode(PWM1, OUTPUT);
7    pinMode(PWM2, OUTPUT);
8  }
9  void loop() { // Импульсы 70+30 мкс
10   PORTB = B100; // D9=0, D10=1
11   delayMicroseconds(100 - micro);
12   PORTB = B010;  // D9=1, D10=0
13   delayMicroseconds(micro);
14 } // Файл "arduino9_5.ino", 614 байт
```

Какой коррекции в электрической схеме равнозначна замена строки 12 "PORTB = 0;"?
0 - удалению резистора R1;
1 - добавлению фильтра на входе DA1:3.

(6)

```
1  // ШИМ в противофазе (D9, D10)
2  #define analogWriteZ(x) OCR1A = x;
3  unsigned char pwm = 200; // 1...254
4  void setup() {
5    pinMode(9, OUTPUT); // Выход D9
6    TCCR1A = 0b00000001; // 8 бит
7    TCCR1B = 0b00000001; // 31,4 кГц
8    TCCR1A |= (1 << COM1A0); // Инв.
9    TCCR1A |= (1 << COM1A1); // Инв.
10   analogWrite(10, pwm); // Прямой
11   analogWriteZ(pwm); // Инверсный
12 }
13 void loop() {   // Бесконечный цикл
14 } // Файл "arduino9_6.ino", 930 байт
```

Что будет, если удалить точку с запятой в строке 11 скетча?
0 - лишняя запятая, ни на что не влияет;
1 - компилятор выдаст ошибку.

(7)



Какие изменения надо внести, чтобы провода стереотелефонов стали антенной УКВ?
0 - схемные и программные;
1 - только схемные.

(8)

```
1  // Чтение кода CHIP-ID (RDA5807M)
2  #include <Wire.h> // Библиотека I2C
3  #define ADR_I2C 0x11 // 0x10, 0x60
4  void setup() {
5    Serial.begin(9600); // 9600 бод
6    Wire.begin(); // Инициализация I2C
7    Wire.beginTransmission(ADR_I2C);
8    Wire.write(0); // Регистр 0x00 (ID)
9    Wire.endTransmission(false);
10   Wire.requestFrom(ADR_I2C, 2, true);
11   uint16_t  a = Wire.read() << 8;
12   Serial.print(a |= Wire.read(), HEX); }
13 void loop() {
14 } // Файл "arduino9_8.ino", 3912 байт
```

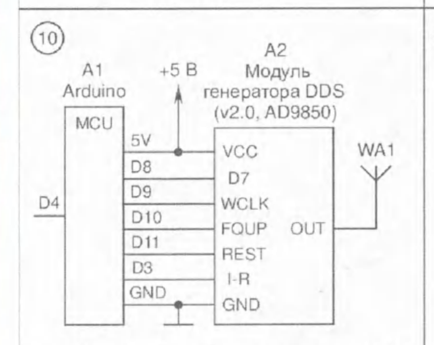
Какими будут CHIP-ID (строка 12) при адресах на шине I2C: 0x10, 0x11, 0x60 (строка 3)?
0 - CHIP-ID будут одинаковыми;
1 - CHIP-ID будут разными.

(9)

```
// Поиск УКВ-радиостанций
#include <RDA5807.h> // Библиотека
RDA5807 rx; // Создание объекта "rx"
unsigned char volume = 5; // 0...15
void setup() { Serial.begin(9600);
  rx.setup(); // Инициализация
  rx.setVolume(volume); // Громкость
  rx.seek(1,0); // Поиск станций вниз
  Serial.print("Frequency [MHz/100]: ");
  Serial.println(rx.getRealFrequency());
//rx.seek(0,1); // Поиск станций вверх
}
void loop() { // Бесконечный цикл
} // Файл "arduino9_9.ino", 6134 байт
```

К чему приведёт нажатие кнопки сброса RESET на плате Arduino?
0 - к настройке на начальную радиостанцию;
1 - к переходу на следующую радиостанцию.

(10)



Какой режим обмена данными между A1, A2 применяется в рассматриваемой схеме?
0 - параллельный;
1 - последовательный.

(11)

```
1  // Генерация сигнала 1 МГц
2  #include <AD9850.h> // Библиотека
3  const int D = 8; // Вывод D7 (DATA)
4  const int W = 9; // Вывод WCLK
5  const int F = 10; // Вывод FQUP
6  const int R = 11; // Вывод REST
7  double freq = 1000000; // 1 МГц
8  double calibr = 124999500; // 125 МГц
9  void setup() {
10   DDS.begin(W, F, D, R); // Старт
11   DDS.calibrate(calibr); // Калибровка
12   DDS.setfreq(freq, 0); } // Частота
13 void loop() {
14 } // Файл "arduino9_11.ino", 1118 байт
```

Может ли переменная "calibr" в строке 8 быть больше, чем 125000000?
0 - может;
1 - не может.

(12)

```
1  // Генерация АМ-сигнала 800 кГц
2  #include <AD985X.h> // Библиотека
3  AD9850 gen; byte ton = 0;
4  void setup() {
5    pinMode(3, OUTPUT); // Звук АМ
6    gen.begin(4, 11, 10, 8, 9);
7    gen.powerUp(); // Генерация
8    gen.setFrequency(800000); } // Гц
9  void loop() { // Звук сирены
10   digitalWrite(3, HIGH);
11   delayMicroseconds(200 + ton++);
12   digitalWrite(3, LOW);
13   delayMicroseconds(200 + ton);
14 } // Файл "arduino9_12.ino", 1732 байт
```

Цифра 4 в строке 6 относится к линии D4 Arduino (сигнал SELECT). Это нужно:
0 - в схемах с несколькими модулями DDS;
1 - для микросхем AD9851, AD9852.

Успехи крымских спортсменов в соревнованиях по СРП в 2021 году

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

(см. статью на с. 49)



Фото 1

Крымские спортсмены, которые привезли домой в Крым 19 медалей. На фото слева—направо: Кирилл Воротников, Тимур Ведмецкий, Екатерина Ромашкевич, Андрей Воротников.

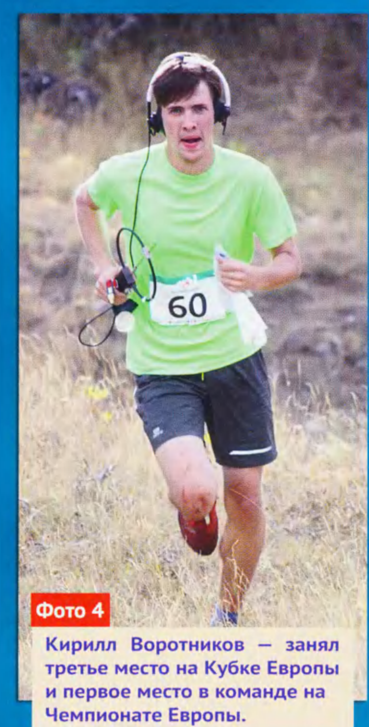


Фото 4

Кирилл Воротников — занял третье место на Кубке Европы и первое место в команде на Чемпионате Европы.

Фото 6

Российская команда, в составе которой принимала участие руководитель крымских спортсменов Екатерина Ромашкевич (в центре).



ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Dr.Web Security Space

защитит ваш цифровой МИР

Поддерживаемые ОС











Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круглосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Техподдержка компании «Доктор Веб»:

https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:

https://www.drweb.ru/user/social






Сайты компании «Доктор Веб»:

https://антивирус.рф

https://drweb.ru





125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),
факс: +7 495 789-45-97